

ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE DU TRIAS MOYEN
DE LA RÉGION DE L'ARLBERG
(ALPES DU LECHTAL, AUTRICHE)

THÈSE

présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Zurich
pour l'obtention du grade de docteur ès sciences

par

FRANCIS HIRSCH
de Winterthour

Thèse acceptée par la Faculté
sur la proposition de Monsieur le Professeur R. Trümpy.

Zurich, 1966

OFFSET-EXPRESS, GENÈVE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507221_0073

ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE DU TRIAS MOYEN
DE LA RÉGION DE L'ARLBERG
(ALPES DU LECHTAL, AUTRICHE)

THÈSE

présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Zurich
pour l'obtention du grade de docteur ès sciences

par

FRANCIS HIRSCH
de Winterthour

Thèse acceptée par la Faculté
sur la proposition de Monsieur le Professeur R. Trümpy.

Zurich, 1966

OFFSET-EXPRESS, GENÈVE



TABLE DES MATIERES.

Préface	2
Introduction Historique	2
<u>Lithologie, Paléontologie et Microfaciès</u>	
<u>Les faciès du Trias moyen</u>	6
<u>Les formations sousjacentes</u>	8
<u>La formation du Muschelkalk alpin</u>	
Les couches de Punt la Drossa	9
Les couches de Gutenstein	12
Les couches de Reifling	16
<u>Les formations ladiniennes</u>	
La formation du Partnach	23
La formation d'Arlberg	27
Le calcaire d'Arlberg	27
La dolomie d'Arlberg	28
Les couches d'Arlberg supérieures	29
La formation de Wetterstein	31
<u>Relations tectoniques des Alpes du Lechtal de la région de l'Arlberg</u>	33
<u>Description Régionale</u>	
<u>Région de l'Arlberg</u>	
I. Le Klostertal	38
II. La région du Flexenpass	40
III. La région de Lech	48
IV. La coupe du Schindler	50
V. La région du Krabachjoch	53
VI. Le Stanzertal entre St. Anton et Schnann	57
VII. La haute vallée de Kaisers	
a) Jägerlärche	57
b) Seejöchl	58
VIII. Le Stanzertal de Flirsch à Strengen	59
<u>Régions limitrophes</u>	
IX. La région de Reutte - Lechaschau	60
X. La région de la Heiterwand	61
<u>Comparaison avec les Alpes Calcaires de la région d'Innsbruck</u>	
XI. La coupe du Wildanger	62
<u>Comparaison avec les Dolomites Engadinoises</u>	
XII. La coupe du Pass dal Fuorn	64
<u>Conclusions paléogéographiques</u>	
<u>La position des Alpes Calcaires Septentrionales</u>	65
<u>Considérations sur le mode de sédimentation et sur les dépôts</u>	
<u>du Trias moyen</u>	67
Zusammenfassung	70
Bibliographie et cartes	75
Liste des Illustrations, Figures et Tableaux	83

PREFACE.

Cette étude stratigraphique dans la partie occidentale des Alpes Calcaires Septentrionales d'Autriche, sous la direction du professeur R. Trümpy, fut commencée en octobre 1962. Je tiens à remercier ici mon maître de l'intérêt qu'il a manifesté pour mes travaux, ainsi que de son aide. Durant les étés 1963-1965, j'ai parcouru la région de l'Arberg et j'ai visité les coupes du Trias moyen des régions limitrophes : le Rhätikon, la vallée du Landwasser et les coupes du Hochducan, les Dolomites engadinoises, le versant sud du Karwendel, ainsi que quelques coupes caractéristiques du domaine briançonnais et des Alpes Méridionales.

Je tiens à évoquer mes voisins et collègues, avec lesquels j'ai entrepris des excursions et des discussions intéressantes : Max Kobel (Zurich), Joséphine Galli (Paris), Elfried Mostler et Michael Sarnthein (Innsbruck), Werner Müller (Bâle), Dietrich Helmcke (Marburg/Lahn), Wolfgang Harsch, Olaf Kraus et Rainer Fellerer (Munich), et Hans Siedek (Zurich).

Mes remerciements s'adressent, pour leur hospitalité et leur aide, à Messieurs les Professeurs W. Heissel, C.W. Kockel† et P. Schmidt-Thomé, ainsi qu'au Professeur A. G. Fischer (Princeton) qui m'initia à ses méthodes.

Durant l'hiver 1965-1966 j'ai rédigé ce mémoire au laboratoire de géologie de l'Université et de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich.

Des échantillons caractéristiques, les coupes minces, les contre-empreintes ainsi que les cellules contenant les conodontes sont déposés à l'Institut de géologie de l'Université et de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich. Pour le cadre géographique, l'emplacement des coupes stratigraphiques décrites, ainsi que pour les domaines d'étude d'autres auteurs, nous renvoyons à la figure 1 et à la planche hors-texte.

INTRODUCTION HISTORIQUE.

Pendant la seconde moitié du XIXe. siècle, le Trias de la partie occidentale des Alpes Calcaires Septentrionales a fait l'objet de nombreuses études, notamment dues à ESCHER, MOJSISOVICS, SEIDLITZ, ROTHPLETZ, RICHTHOFEN et SKUPHOS.

AMPFERER et D. TRUMPY ont ensuite complété les données sur la stratigraphie du Trias.

Les principaux noms d'étages et de couches ont été introduits par F. v. HAUER, qui en 1850 appliqua le nom de Muschelkalk à une série allant de la zone de Tirolites cassianus à celle de Trachyceras aon. Plus tard on a utilisé Muschelkalk en tant que synonyme d'Anisien, notamment AMPFERER et de nombreux auteurs suisses. ALLEMANN (1956) y inclut les couches à Daonelles du Ladinien inférieur. ARTHABER (1896) introduisit le nom de Muschelkalk alpin pour des séries d'âge aniso-ladinien, mais abandonna de nouveau le terme en 1906. PIA (1930) croit devoir conserver ce nom dans les Alpes, tandis que HUCKRIEDE fit l'essai en 1959 de remplacer le nom de Muschelkalk alpin par les sous-étages Hydaspien - Pelsonien - Illyrien (PIA). BOESCH (1937) lui préféra le nom d'Anisien, et KARAGOUNIS (1962) trouva l'astuce d'utiliser "Anis" pour la formation et "Anisian" pour l'étage. Nous avons tenté dans cette étude de définir le Muschelkalk alpin, comme formation et non plus comme étage.

Les couches de Gutenstein (F. v. HAUER, 1853) semblent être un des membres les plus constant des Alpes Calcaires Septentrionales. Elles se limitent à l'Anisien et elles ont fait l'objet d'une description récente par E. FLUEGEL (1963).

D'après la définition originale (GUEMBEL 1861) les couches de *Reichenhall* sont un synonyme des couches de Gutenstein, mais ARTHABER (1906) a utilisé ce terme dans le Karwendel pour le niveau dolomitique, gréseux et marneux qui constitue la base du Muschelkalk alpin. KLEBELSBERG (1935) se tient également au nom de couches de Reichenhall pour la base dolomitique accompagnée de cargneules, du Muschelkalk alpin du Karwendel.

Les couches du *Reifling* (F.v. HAUER, 1853) comprennent des calcaires noduleux de l'Anisien supérieur et du Ladinien, raison pour laquelle ARTHABER (1906) préféra le nom de "faciès de Reifling".

En 1853, ESCHER observa des couches à Bactrylles dans les couches de Partnach du Vorarlberg, et il introduit le nom de oolithes-géantes pour des calcaires pseudo-pisolitiques du Wetterstein, qu'il appela encore calcaire du *Wildanger* (Karwendel).

En 1861, GUEMBEL créa le nom de calcaire de *Wetterstein*, formation principalement ladinienne, mais pouvant également s'étendre à l'Anisien et au Carnien. Avant lui, RICHTHOFEN (1859) avait appelé cette formation, couches d'*Arlberg*, mais ce nom devait rapidement se limiter au faciès des couches d'Arlberg tel qu'il l'avait observé dans le Rhätikon.

ROTHPLETZ (1888) divisa l'Anisien en un horizon à Gastéropodes, un horizon à Brachiopodes et un horizon à Ammonites.

SKUPHOS (1894) crut que l'étage Ladinien était uniquement représenté par les marnes de Partnach, tandis que les couches d'Arlberg étaient placées dans le Carnien.

En 1916, D. TRUMPY, trouva des Daonelles et un *Protrachyceras reitzi* au Noss-spitz, dans le Liechtenstein, et nomma couches à Daonelles les calcaires noduleux qui alternent avec les marnes de Partnach.

C'est DE LAPPARENT (1893) qui fit un étage, synonyme d'Anisien, des calcaires de *Virgloria* (aujourd'hui Amatschonjoch), introduits en 1859 par RICHTHOFEN, dans le Vorarlberg.

AMPFERER (1930) fut le premier à identifier les cinérites acides de la limite Anisien-Ladinien, qu'il appela "pietra-verde" par analogie avec les cinérites des couches de Buchenstein du Tyrol méridional.

En 1952 G. ROSENBERG, donna un tableau du Trias moyen, contenant les principaux noms d'étages, de faciès et de couches, accompagnés de leurs principaux fossiles.

Depuis 1962, le Lexique Stratigraphique International, fascicule Autriche, permet de retrouver l'origine et l'évolution des principaux noms utilisés jadis et aujourd'hui.

En 1951 E. SPENGLER, qualifia de faciès du Vorarlberg la série lithologique du Trias contenant à la base du Buntsandstein, dans le Ladinien des couches de Partnach et d'Arlberg, dans la Carnien du Gypse et des marnes, et dans le Rhétien des couches de Kössen et du calcaire rhéto-liassique. Pour le Trias moyen cette zone ne se distingue du faciès du Tyrol septentrional (SPENGLER 1951) que par le calcaire du Wetterstein, qui remplace les couches d'Arlberg.

Après le congrès géologique de 1905 à Vienne, où la théorie des nappes perça définitivement, SEIDLITZ adapta en 1906 la tectonique du Rhätikon à cette nouvelle théorie. En 1916 D. TRUMPY, y distingua les écaillés I-IV, idée que les élèves de SCHARDT, principalement LEUTENEGGER, ARNI et GUBLER allaient développer.

Dans les Alpes du Lechtal AMPFERER (1932) délimita les nappes suivantes : d'Allgäu, du Lechtal, de l'Inntal et du Krabachjoch. Ces nappes, qui pour un géologue français ne sont autre chose que des digitations de la nappe de Bavière, devaient provoquer une controverse violente entre nappistes et autochtonistes, dont les représentants principaux furent les allemands E. KRAUS ainsi que

C. W. KOCKEL et son école. Les élèves de KOCKEL ont cartographié de larges étendues des Alpes du Lechtal depuis 1950, et complètent ainsi la carte de AMPFERER. Citons entre eux HUCKRIEDE, KOCH et STENGEL-HUTKOWSKY. Récemment l'école bernoise (SCHAETTI, BLASER et ALLEMANN) publia une très belle carte du Liechtenstein (1951) et le Géologische Bundesanstalt de Vienne (SCHMIDEGG, REITHOFER, OBERHAUSER et HEISSEL) édita une nouvelle carte du Rhätikon (1964).

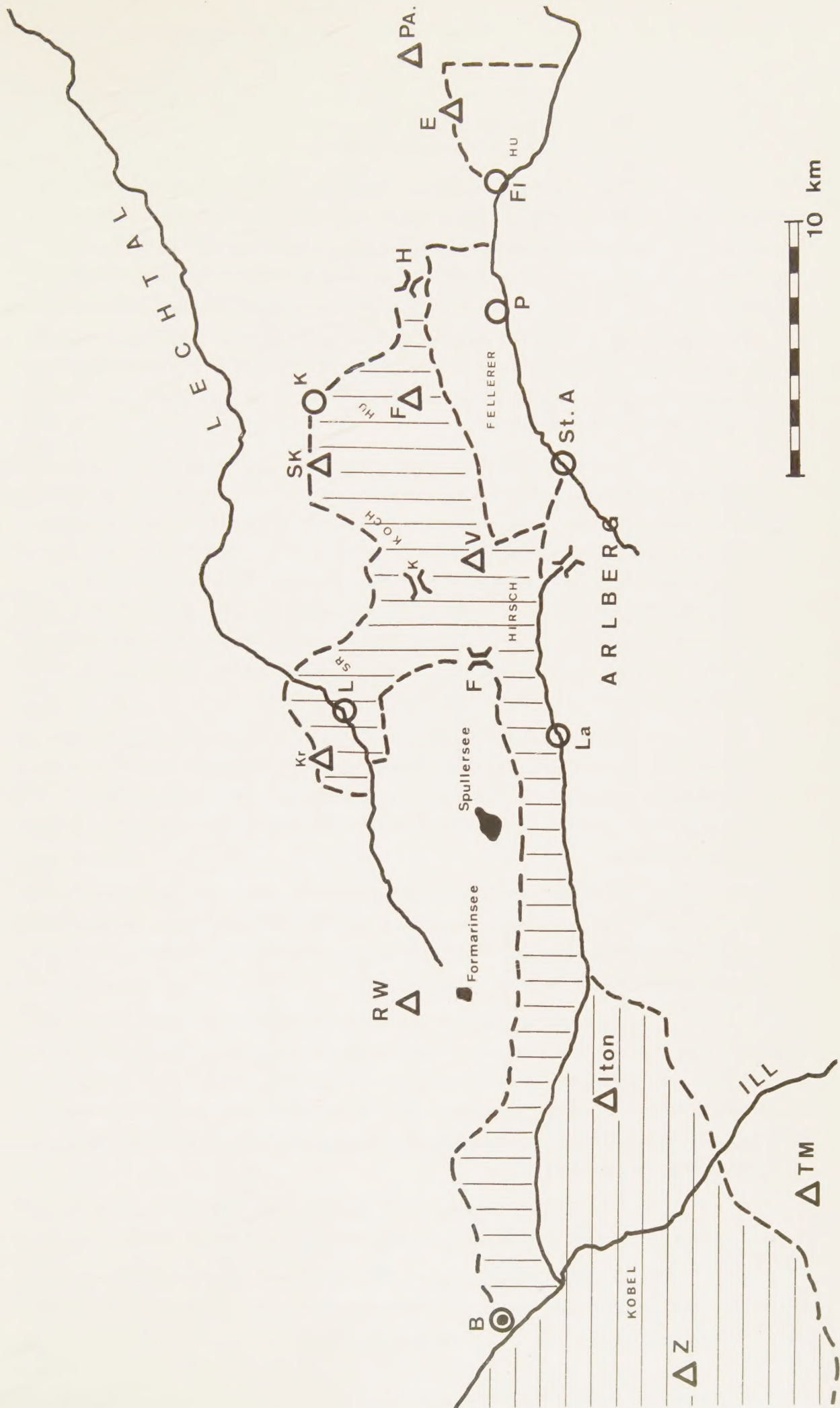
Ainsi de nombreux levés aux échelles du 1:10.000 et 1:25.000 accompagnés de descriptions tectoniques et stratigraphiques détaillées permettent aujourd'hui d'entreprendre des études stratigraphiques sur de plus larges étendues.

Une étude plus détaillée du Trias des Alpes Calcaires du Vorarlberg et du Tyrol occidental s'imposait, en vue de tenter une corrélation stratigraphique et des comparaisons paléogéographiques avec le Trias austro-alpin des Grisons et celui des Alpes Méridionales.

Depuis 1963, le Trias moyen de la région du Rhätikon fait l'objet de levés de Max KOBEL, tandis que le Trias moyen des Alpes du Lechtal a été étudié par l'auteur du présent travail dans la région de l'Arlberg.

LEGENDE DE FIG. 1.

Localités:		Sommets:	
B	Bludenz	Z	Zimba
La	Langen	TM	Tschagguns Mittagspitze
St. A	St. Anton	RW	Rote Wand
L	Lech	Kr	Kriegerhorn
P	Pettneu	SK	Schwarzer Kranz
Fl	Flirsch	F	Fallesin
K	Kaisers	V	Valluga
		E	Eisenspitze
		Pa	Parseier Spitze
Cols:		Auteurs:	
F	Flexenpass	SR	Stengel - Rutkowski
H	Hinterseejöch (= Seejöch1)	HU	Huckriede
K	Krabachjoch		



LES FACIES DU TRIAS MOYEN.

Dans la partie occidentale des Alpes Calcaires Septentrionales l'on observe du Rhätikon à l'Arlberg des faciès assez uniformes de W à E dans l'Anisien, par contre du N au S on peut y distinguer une zone septentrionale, une zone centrale et une zone méridionale. Cette dernière apparaît surtout dans les écaillés que nous attribuons à l'unité tectonique de l'Inntal. Au Ladinien la situation est différente : nous observons un faciès du Vorarlberg, représenté par les couches de Partnach et d'Arlberg. Ce faciès change de l'W à l'E, et les couches de Partnach prédominent dans la partie orientale du terrain étudié. A l'E de ce bassin le Ladinien est représenté principalement par les calcaires et les dolomies du Wetterstein.

A l'E de notre domaine le sommet de l'Eotrias et la base de l'Anisien sont constitués par les couches de Reichenhall, lesquelles ne font pas l'objet de notre étude. Dans notre domaine, ce passage Eotrias - Anisien est représenté par les couches que l'on a désigné jusqu'ici soit par le terme de couches de Reichenhall, soit par celui de couches de Campil et que nous appellerons couches de Punt la Drossa (voir p.9). Ce niveau évaporitique de la phase transgressive se caractérise par peu de dolomies calcaires au sommet, quelques horizons marneux et une grande quantité de cargneules vacuolaires (1 cm.) jaunes à matériel détritique abondant. Le pourcentage de matériel détritique augmente du N au S, on y observe des récurrences de grès.

Dans l'ensemble du domaine, ce faciès est surmonté par les couches de Gutenstein, qui occupent l'Anisien inférieur et moyen : dolomies rubannées et calcaires vermiculés, calcaires dolomitiques à diplopores, ainsi que divers horizons à débris de crinoïdes. L'Anisien supérieur ainsi que le Ladinien inférieur sont constitués par les couches de Reifling.

Le Ladinien moyen est principalement représenté par les marnes de Partnach, tandis que les couches d'Arlberg occupent partiellement le Ladinien moyen et la totalité du Ladinien supérieur, sauf dans la zone où les marnes de Partnach constituent à elles seules tout le Ladinien.

La limite du Ladinien au Carnien n'est nulle part confirmée par les fossiles. Nous traçons cette limite entre les couches d'Arlberg ou de Partnach et les couches de Raibl, là où débutent les grès ou les schistes gréseux, mais il n'est pas improbable qu'une partie du Carnien soit encore comprise dans les couches d'Arlberg supérieures, bien qu'en accord avec l'habitude des géologues autrichiens nous placions le Cordévolien dans le Ladinien.

Les terrains que nous avons analysés sont, depuis le sommet du grès bigarré alpin à la base des grès de Raibl, d'une épaisseur maximum de 700 m.

La paléontologie ne permet pas dans notre domaine de définir des limites nettes entre les différents étages, et en outre on observe que les faciès ne se tiennent

AGE	FORMATIONS	MEMBRES
CARNIEN	RAIBL	

CORDEVO - LIEN		

SUP. ---	ARLBERG	SUP. WETTER -

MOY. ---	DOLO - MIE	STEIN
---	CALCAIRE	MOY. ---

INF. ---	PARTNACH	INF. ---

SUP. ---	REIFLING	
---		MUSCHELKALK
MOY. ---		ALPIN

INF. ---		

EOTRIAS		

	GUTENSTEIN	

	LA DROSSA	

pas à un âge déterminé; ils sont hétérochroniques.

Ainsi on observe que les faciès successifs apparaissent plus tôt à l'Est, ce qui est en accord avec la conception d'une transgression téthysienne venant de l'E.

Un niveau continu à cinérites permet de contrôler l'hétérochronie des faciès à l'époque du passage de l'Anisien au Ladinien. De rares trouvailles de fossiles donnent l'âge relatif de ces faciès.

Ainsi les noms d'étages ne peuvent être utilisés qu'avec réserve. Les termes lithostratigraphiques, tels que couches de Reifling, marnes de Partnach, qui sont utilisés depuis un siècle, qualifient moins l'horizon même que son faciès. Ainsi un faciès donné, observé dans un horizon donné, le caractérisera en temps que membre de la formation qui en englobe une succession.

Pour la définition de faciès nous renvoyons à celle qu'a formulé E. HAUG (1907), qui y voit la somme des caractères lithologiques et paléontologiques d'un dépôt sédimentaire en un lieu donné. Sous microfaciès nous comprenons l'ensemble des caractères d'un faciès, observable au microscope de polarisation.

Un ou plusieurs type de faciès caractérisent un membre, un ou plusieurs membres, ayant une lithologie analogue, et portant une signification paléogéographique analogue, composent une formation.

LES FORMATIONS SOUSJACENTES.

L'étude la plus récente des terrains sousjacents aux formations carbonatiques du Trias moyen a été faite par R. FELLERER en 1964. Il apparaît que dans le secteur étudié aucune limite nette n'est visible entre le Cristallin de la Silvretta et les phyllades qui les surmontent. Par contre, dans les phyllades attribuables au Paléozoïque et dans la série dite Verrucano - Buntsandstein diverses lignes tectoniques sont visibles.

Comme l'ont fait remarquer de nombreux auteurs (LEUTENEGER, AMPFERER, FELLERER, dans les Alpes Calcaires Septentrionales; SPITZ & DYHRENFURTH, INHELDER, BOESCH et KARAGOUNIS dans les Dolomites de l'Engadine), il n'est pas possible de trancher une limite nette entre la partie plus ou moins conglomératique, que l'on est convenu d'appeler "Verrucano", et la partie franchement gréseuse du "Buntsandstein".

Dans le Rhätikon, KOBEL et LEUTENEGER signalent un mode de sédimentation analogue vers l'W. A l'E par contre, à partir de la région d'Innsbruck, des masses importantes de dépôts salins et anhydritiques s'intercalent dans la série de base : le Haselgebirge, qui comprend du Permien et de l'Eotrias.

Les grès du Buntsandstein contiennent Voltzia heterophylla et Aetophyllum speciosum à Vallun Chavagl et Punt la Drossa (BOESCH, 1937). Le passage concordant de ces grès aux séries carbonatées a incité BOESCH à admettre que ces grès et conglomérats étaient marins. Dans notre terrain nous ne disposons malheureusement pas de fossiles.

LA FORMATION DU MUSCHELKALK ALPIN

1. Les couches de Punt la Drossa

Le passage de l'Eotrias à l'Anisien et la base de l'Anisien sont compris dans ce membre dont l'élément le plus distinctif sont les cargneules bréchiques jaunes, vacuolaires, gréseuses, alternant avec des dolomies et des marnes rougeâtres. Ce faciès bien connu de la base du Trias moyen s'appelle Servino dans les Alpes Lombardes et apparaît dans les couches de Reichenhall des Alpes Calcaires Septentrionales. Dans la littérature géologique des Grisons ce faciès est compris dans le niveau de "Campil", bien que les couches de Campil de la localité type, dans les Dolomites, aient une composition lithologique très différente et beaucoup variée. KARAGOUNIS (1962) s'excuse d'utiliser ce nom. Comme ce niveau est particulièrement bien développé à Punt la Drossa, et que cette coupe est facilement accessible, nous proposons le nom de couches de Punt la Drossa. Cette coupe est décrite par BOESCH (1937) et par KARAGOUNIS (1962).

Les seuls fossiles sont signalés par SKUPHOS (1894) près de Flirsch. Il s'agit de Myophoria costata ZENKER et de Anodontophora sp., ainsi que de Modiola böhmi SKUPHOS. HUCKRIEDE (1959) remarque avec justesse que Myophoria costata monte probablement jusque dans l'Anisien.

K. E. KOCH (1958) découvrit la mâchoire d'un saurien, Anorosaurus multidentatus VON HUENE (1958), dans les couches de la Drossa 250 m. au NW du Trittwangkopf.

BOESCH 1937	KARAGOUNIS 1962	HIRSCH 1966	
Anisien	Unter-Anis	Gutenstein	MUSCHELKALK ALPIN
Campiler Dolomite	"Campiler" Schichten	Punt la Drossa	
----- Campiler Sandsteine		Buntsandstein - Verrucano	
Buntsandstein			

Tableau comparatif de la base du Muschelkalk - Alpin.

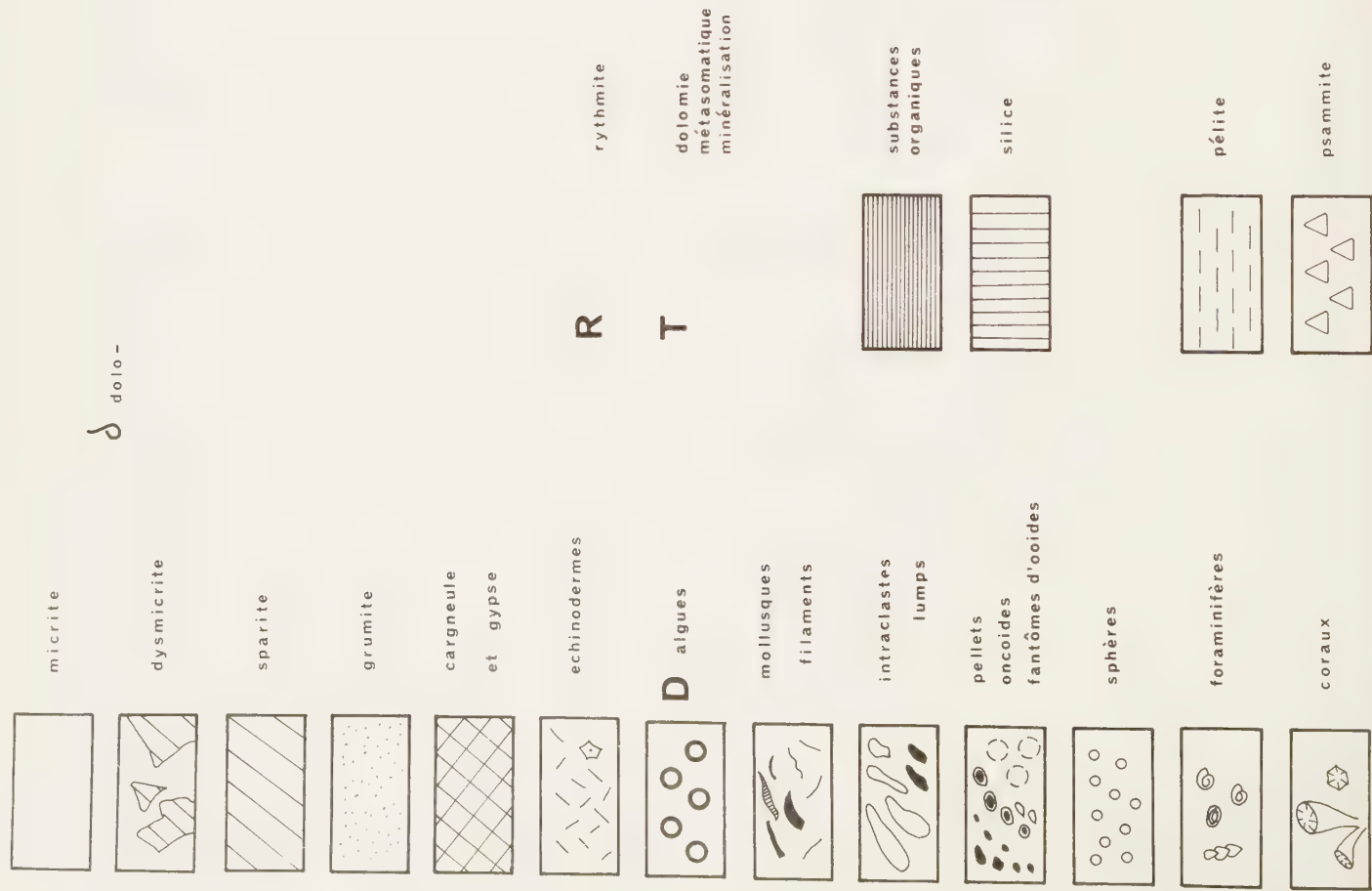
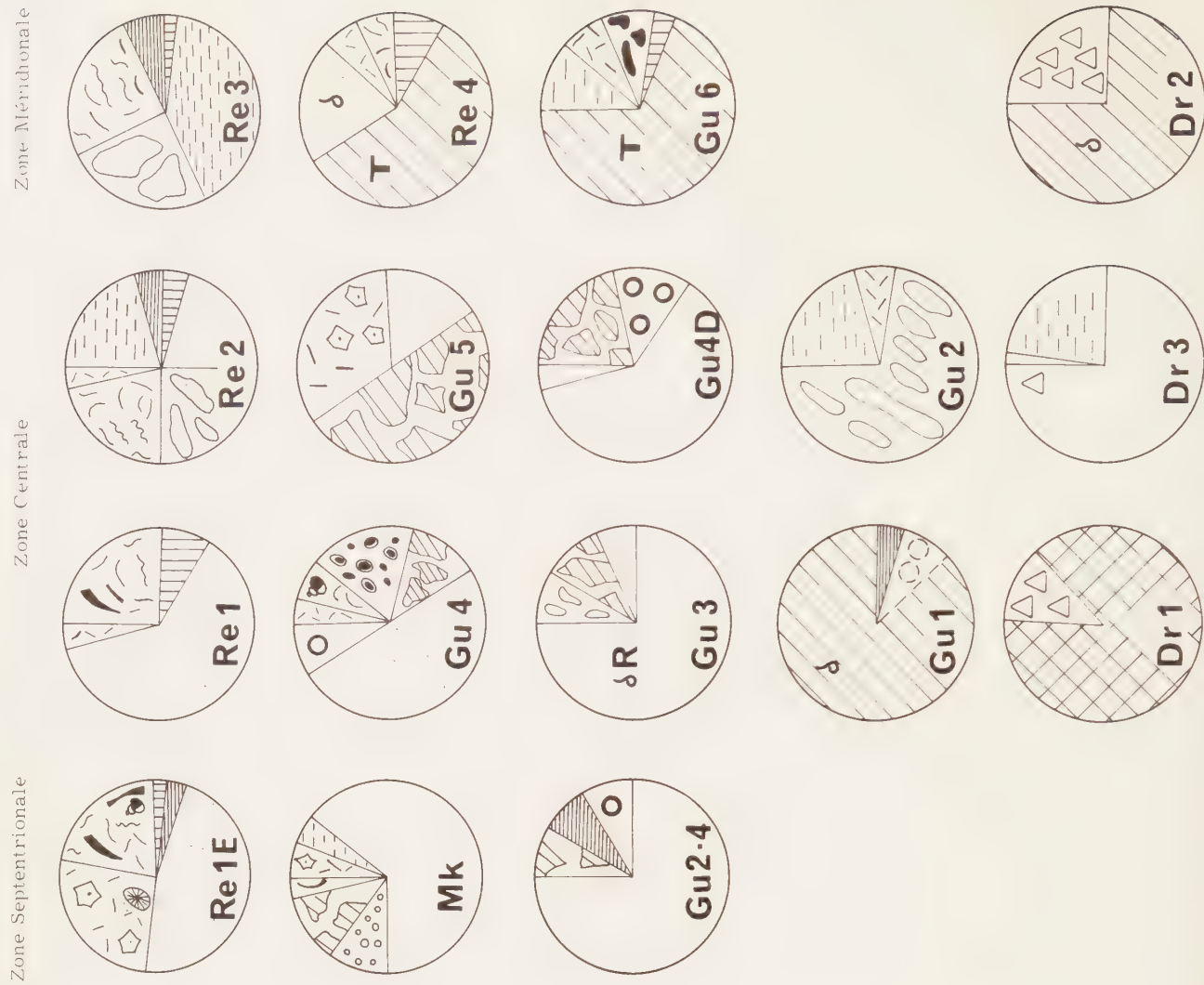


FIG. 2 MICROFACIES DU MUSCHELKALK ALPIN



Les couches de P u n t l a D r o s s a, que nous considérons comme membre inférieur du Muschelkalk Alpin, débutent par les premiers lits carbonatés et se terminent ordinairement par la dernière récurrence de schistes gréseux, de calcaires gréseux et de dolomies gréseuses, qui au sommet alternent quelquefois avec des termes des couches de Gutenstein.

On observe les microfaciès suivants :

MICROFACIES Dr 1.

Définition (= diagnostique) : C a r g n e u l e d é t r i t i q u e.

Aspect en coupe mince : Dans une matrix qui tantôt est calcaire (Flexenpass), tantôt dolomitique (Krabachjoch) 3 à 5% de fragments silicatés se répartissent. Ce sont principalement des grains de quartz, peu de feldspath. Du quartz secondaire apparaît dans les zones tectonisées (Rauz). L'ensemble de la sparite est limonitique.

Couleur : ocre, 10 YR 6/6 à 5 YR 5/6 (G. S. A. Rock-Color Chart.)

Lithologie : (Aspect en échantillon) : Cargneule gréseuse ocre, contenant des fragments de roche quartzitique. Les fragments dépassent souvent 1 cm³, sont mal arrondis et de sphéricité moyenne. D'après le tableau de POWERS 1953 : sph. 0,8 / r. 0,1. (in KRUMBEIN & SLOSS, 1963).

Echantillon type : Profil V/1.

MICROFACIES Dr 2.

Définition : D o l o s p a r i t e psammitique à environ 10% de quartz détritique.

Micr. : La gangue est dolomitique, spathique, avec des passages à un ciment micritique pouvant contenir des fragments de lamellibranches de petite taille. Le matériel détritique peut être réparti dans la matrix de manière homogène ou bien en lits parallèles à la stratification. On ne peut pas observer de gradation. Ces lits peuvent former de petits bancs de grès carbonatés. On observe surtout du quartz, un peu de plagioclase, et passablement de mica clair.

Couleur : Gris moyen, parfois gris - brun, N5 à 10 Y4/2.

Lithologie : Apparaît en bancs, dépassant rarement 10 cm, et alternant avec des dolomies de microfaciès Gu 6. Le mica donne un lustre typique à cette roche. Les grains de quartz atteignent souvent 2 mm de diamètre. Peut contenir de petits lamellibranches.

Echantillon type : Profil V/Gsteinspitz (9).

MICROFACIES Dr 3.

Définition : Calcaire marneux avec 1-5% de grains de quartz détritique.

Micr. : Une pâte micritique, passablement argileuse, contient des grains de quartz anguleux ne dépassant pas 40μ , et de la muscovite (séricite) de petite dimension. De petites cavités sont spathisées. On observe nettement un début de schistosité parallèle aux plans de stratification.

Lith. : Ce microfaciès apparaît en petits bancs et en plaquettes. Il se distingue du microfaciès Gu 2 par l'absence de vermiculations et d'intraclastes, ainsi que par la plus haute teneur en matière argileuse dans la pâte calcaire. Par sa couleur, cette roche est identique avec les variations claires des calcaires vermiculés.

Echantillon type : Grossguggis/2.

2. Les couches de Gutenstein.

Le développement de ces roches est comparable à celui de la localité type de Basse Autriche, ainsi qu'à celui des coupes décrites sous ce nom. Il s'agit des dolomies dites de Bürs (BERNAUER, 1933), de calcaires vermiculés - appelés souvent "Wurstelkalke" dans la littérature -, de calcaires et de dolomies à algues ainsi que d'un niveau à entroques.

Les couches de Gutenstein occupent dans notre domaine l'Anisien inférieur et moyen. Vu que les fossiles sont assez rares, il ne nous semble pas indiqué d'utiliser les termes de Hydaspien et Pelsonien, bien que les couches de Gutenstein doivent plus ou moins correspondre à ces deux sous-étages.

Les microfaciès suivants sont caractéristiques :

MICROFACIES Gu 1.

Définition : Dolosparite.

Micr. : Masse homogène de sparite dolomitique. La grandeur des grains est généralement uniforme mais diffère sensiblement d'une couche à une autre. Ainsi on observe des sparites grossières et des sparites fines : avec la diminution en matière organique on observe le passage graduel d'une dolosparite grossière à une dolosparite très fine.

Dans certains cristaux de dolomite on observe des fantômes d'ooides. Kargounis (1962) appelle cette roche à tort une spergénite, y ayant observé les mêmes fantômes. La coloration à l'hématoxyline indique un léger surplus de CaCO_3 par rapport à une dolomie pure, ce qui confirme les analyses de BERNAUER (1933).

Lith. : Cette dolomie apparaît en bancs mal individualisés. Toute stratification disparaît dans les parties brunâtres, bitumineuses de la roche. Sinon elle est gris-clair parcourue de veines stratiformes de sparite blanche. Ces veines stratiformes

atteignent une épaisseur de 0,5 cm et sont espacées de 2 à 3 cm, ce qui donne un aspect caractéristique à cette roche, connue sous le nom de "Flammendolomit", "Streifendolomit" et "Bürser Dolomit".

BERNAUER (1933) a analysé cette dolomie et la considère comme dolomie primaire ou diagénérique précoce. Elle est polybitumineuse et ne contient que 0,9% de SiO_2 . Elle alterne 2 ou 3 fois avec les calcaires vermiculés; les contacts des dolomies et des calcaires sont francs, ce qui confirme la thèse de dolomitisation très précoce. En surface on observe en divers endroits la cargneulisation de cette roche : elle donne une cargneule grise tout à fait distincte des cargneules jaunes sousjacentes.

Les bancs non zébrés sont gris moyen et ont un grain plus fin, les bancs bitumineux sont gris foncé - brun foncé et très friables.

Ech. type : Profil II/2, Flexenpass N et S.

MICROFACIES Gu 2.

Définition : I n t r a m i c r u d i t e à débris de crinoïdes.

Micr. : Des intraclastes lenticulaires, que l'on peut appeler "lumps" d'une micrite claire, parfois gris-moyen, sont alignés parallèlement à la stratification dans une pâte marneuse rougeâtre à noire. La taille de ces composants est très variable, la moyenne étant comprise entre 5 et 10 mm. Il existe tous les passages d'une micrite à une intramicrite. L'origine des structures visibles en coupe mince est due à des organismes fousseurs, de là les vermiculations en pieds de boeufs, à des lambeaux de micrite non encore consolidée, arrachée par des coulées argileuses, intraclastes s.s., soit à des effets de subsolution, dont nous n'avons toutefois aucune preuve évidente.

Dans la micrite comme dans la matière marneuse enveloppante on rencontre un nombre variable d'articles de crinoïdes. Ceux du milieu marneux sont parfois silicifiés. Dans la zone méridionale du domaine ces articles peuvent devenir très abondants, on observe jusqu'à 5% de débris de crinoïdes. De minuscules grains de quartz peuvent se répartir dans toute la masse. (tests de radiolaires).

Lith. : Ce microfaciès est celui des calcaires vermiculés. Certaines surfaces portent les terriers (pieds de boeuf) caractéristiques de ce faciès. Ils sont très calcaires, gris clair ou foncé avec des surfaces ondulées jaunes, ocre, parfois noires. Les couches sont peu épaisses, fait dû aux nombreuses intercalations marneuses et argileuses. Certains bancs contiennent les articles de crinoïdes, généralement attribués à Dadocrinus gracilis. Ces éléments deviennent très nombreux dans la zone méridionale du faciès. Un banc de la zone centrale et septentrionale contient des débris d'algues, très petits et indéterminables, mais dont l'aspect extérieur est comparable à celui de Anisoporella occidentalis BOTTERON (Avis oral de J. GALLI)

Les crinoides en grande quantité et les dasycladacées ainsi que l'alternance avec des niveaux de dolomie précoce, permettent d'admettre une profondeur d'eau réduite pour toute cette succession. Les couches sont souvent parcourues de joints stylolithiques. Synonymes de ce calcaire sont certains "Wurstelkalke", "Mäuschenkalk" ainsi que les "Anis-Bänderkalke". Ils occupent la moitié inférieure de l'Anisien.

Les calcaires vermiculés et les calcaires dolomitisés à *Dadocrinus* sont fort répandus dans tout le domaine.

MICROFACIES Gu 3.

Définition : Dolomiticrite.

Micr. : Dolomies microcristalines granoclassées, ayant à la base des intraclastes arrondis à subangulaires de 2-5 mm., au sommet une micrite fine. L'espace d'un cycle est de l'ordre de grandeur de quelques millimètres ou centimètres. On observe clairement l'alternance de matière compacte et de matière plus poreuse, ce qui nous donne une rhythmite (mm.) selon B. SANDER. Les zones poreuses peuvent former des cavités dans lesquelles se déposèrent des micrites géopétales, le vide étant remplacé par de la sparite.

Lith. : Ces dolomies fines sont rubannées à alternances de gris clair et de gris moyen. Elles peuvent toutefois aussi être plus foncées, presque noires. Elles forment des bancs d'environ 50 cm., et elles alternent avec les dolomies-calcaires du microfaciès Gu 4 à Dasycladacées. Ceci nous indique leur dépôt sous une couche d'eau peu épaisse, à peine en-dessous du niveau des eaux agitées (high energy level), des remous périodiques ayant donné naissance aux petits intraclastes et au grano-classement.

Ce type de roche est celui que B. SANDER (1936) qualifie de dolomie primaire, la matière micritique devant être dolomitique lors de sa précipitation. SANDER estime qu'il s'agit d'une déposition purement chimique. Il faut toutefois considérer que la dolomitisation peut également être pénécontemporaine, et que le rôle joué par une activité bactérielle et phytogène a toujours été sousestimé.

Ce microfaciès est répandu dans tout le domaine étudié.

Ech. type : II/Flexenpass N (4)

MICROFACIES Gu 4 D.

Définition : Biomicrite à Dasycladacées.

Micr. : Une matrix micritique calcaire, légèrement dolomitique contient près de 30% de manchons entiers ou brisés de physoporelles. L'état de conservation de ces manchons est moyen, étant donné la recristallisation partielle qui affecta cette roche, les veines de calcite qui traversent assez fréquemment gangue et composants, et les

sutures stylolithiques qui témoignent d'une dissolution postdiagénétique. Dans la micrite on observe fréquemment des pellets.

Fossiles : Les manchons appartiennent au genre Physoporella (confirmé par M. le Prof. F. GASCHE, que je tiens à remercier ici pour son aide, ainsi que par J. GALLI), et la disposition des pores nous permet de les considérer comme appartenant à Physoporella cf. praealpina PIA.

o o o o	o o o o
o o o	o o o o
praealpina	pauciforata

Disposition des pores du manchon de physoporelles

Lith. : Ce calcaire dolomitique gris-foncé, de patine claire, apparaît en bancs d'aspect plus massif que les autres microfaciès. La présence de Dasycladacées nous livre un argument bathymétrique, qui nous permet d'admettre une profondeur limitée à moins de 50 m.

Ech. type : Profil II/Flexenpass N (8).

MICROFACIES Gu 4.

Définition : P o l y g r u m i t e. (MAMET 1964)

Micr. : Dans un ciment micritique calcaire, grumeleux, nagent environ 20% à 40% de pseudo-ooïdes à une seule couche encroûtante (superficial oolites, ILLING 1954), accompagnés de débris de biogènes, qui d'après leur recristallisation en petits grains de carbonate paraissent être des débris de Dasycladacées, plutôt que de Crinoïdes. La matrix contient des poches où les pseudo-ooïdes sont déposés géopétalement.

Lith. : En affleurement cette roche se distingue des calcaires vermiculés par l'absence quasi complète d'intercalations argileuses et de vermiculations. Elle est déposée dans un milieu de haute énergie et annonce ainsi les conditions du microfaciès suivant :

Ech. type : Profil II/Flexenpass N (10).

MICROFACIES Gu 5.

Définition : B i o m i c r i t e dolomitique à entroques.

Micr. : Cette roche calcaire, assez souvent dolomitique, a une gangue micritique, avec des inclusions spathiques, qui en font souvent une dysmicrite. Elle contient 40% de débris recristallisés d'articles de Crinoïdes, Encrinus sp.

Lith. : Le banc à entroques même a une épaisseur de 1 m. au maximum de 3 m., et correspond au microfaciès; d'autres contiennent un pourcentage moindre d'entroques.

Cet horizon est un excellent niveau-repère, qui marque la limite entre les couches de Gutenstein et de Reifling, dans la zone centrale du domaine. Cette brèche à Encrines contient des Brachiopodes, des Gastéropodes et des Lamellibranches. Cet horizon correspond à l'"Encrinitenbank" de D. TRUMPY (1916), dont l'équivalent s'appelle dans le Karwendel "Crinoidenhorizont" (SCHMIDEGG 1951 p. 165), tandis que le nom de "Trochitenkalk" utilisé par ALLEMANN (1956 p. 220) ne doit pas être confondu avec le "Trochitendolomit". Ce dernier n'est pas le même niveau, comme l'insinue TOLLMANN (in Lexique Strat. Intern. p. 482), mais un équivalent latéral du membre de Reifling.

MICROFACIES Gu 6.

Définition : Dolosparite à débris de crinoïdes.

Micr. : Matrix de dolosparite fine. Elle contient par endroits un nombre élevé de crinoïdes, attribués à Dadocrinus gracilis. Il s'agit en fait du microfaciès Gu 2 dolomitisé métasomatiquement. Il peut s'agir d'une dolomie "T". Cette dolomitisation est liée à la minéralisation du Krabachjoch, tandis qu'au Seejöchel la roche n'est pas minéralisée. Ces dolomies contiennent parfois 1% de quartz finement réparti, et dans d'autres horizons une fraction assez élevée de matière argileuse en grumeaux. Ce sont les dolomies ankéritisées de l'écaille supérieure de Krabachjoch.

Lith. : Dolomie de grain assez fin, brune (5 YR 5/2) avec des croûtes brun foncé (5 YR 2/2) dues à l'oxydation des particules d'hématite qu'elle contient. Des petites caries ellipsoïdales sont nombreuses.

Ech. type : Profil V/4 Trittwangkopf.

3. Les couches de Reifling.

Dans la coupe-type du Grossreifling sur la Enns (latin : Anisus) en Styrie, ces calcaires à stratification parfois concrétionnaire, souvent à rognons de calcaire et de silex, et généralement en bancs peu épais séparés les uns des autres par des pellicules argileuses, occupent le sommet de l'Anisien ainsi que la base du Ladinien.

Dans notre domaine il en est souvent de même. Dans le secteur de Reutte par contre il n'y a pas de couches de Reifling d'âge ladinien, et les fossiles indiquent uniquement l'Anisien : Coenothyris vulgaris (SCHLOTH), Tetractinella trigonella (SCHLOTH), ainsi qu'une abondante faune de céphalopodes récoltée jadis à Reutte - Lechaschau (E. BEYRICH, 1856, p. 140, et AMPFERER, 1924).

Les couches de Reifling ont un faciès qui se rapproche de celui de Hallstatt-Schreyeralp, ce qui indique que le faciès hémipélagique se généralise vers la limite Anisien - Ladinien. Ces couches sont généralement calcaires, parfois dolomitiques, comme c'est le cas dans la zone méridionale de notre domaine. La couleur parfois noire est due à une forte teneur en pyrite, qui est également

responsable de la teinte foncée des conodontes que l'on trouve dans ce faciès.

A cause des surfaces de couches rognonneuses, ces calcaires ont été souvent appelés "Wurstelkalke", terme que nous devons abandonner, en raison du danger de le confondre avec les calcaires vermiculés des couches de Gutenstein.

Les couches de Reifling de l'Anisien supérieur appartiennent généralement au microfaciès Re 1 et Re 1 E dans la zone septentrionale du domaine étudié.

La partie supérieure des couches de Reifling est caractérisée par les microfaciès Re 2 et Re 3 et monte dans le Ladinien. Dans la partie occidentale de la région on les appelle "couches à Daonelles" (D. TRUMPY, 1916). Au Vaduzer Tälli cet horizon a livré un exemplaire de Protrachyceras reitzi BOECK ⁽¹⁾, et certains lits contiennent des Daonelles en grande quantité, attribuables à Daonella tyrolensis MOJS et Daonella taramellii MOJS.

Vers le sommet ces calcaires, ou dolomies dans la zone méridionale, alternent quelquefois avec des marnes de Partnach.

Le passage de l'Anisien au Ladinien s'effectue dans le membre de Reifling et la zone des cinérites (4 horizons de 15 à 25 cm. étalés verticalement sur une quinzaine de m.) paraît être un bon niveau repère pour cette limite d'étage.

Ces cinérites acides ont souvent été décrites comme grès fin, peu épais, ou comme quartzite verdâtre (AMPFERER 1924, TRUMPY 1916 et même récemment SCHAETTI 1950).

AMPFERER fut le premier à démontrer leur origine pyroclastique et à les comparer aux tufs, dits "pietra verde" du Tyrol méridional (couches de Buchenstein).

Depuis lors ces cinérites acides ont été observées dans les Alpes Calcaires Septentrionales par CORNELIUS (1937, p. 149, 1952, p. 29), HUCKRIEDE (1959), VIDAL (1953), MILLER, H. (1962).

CORNELIUS et VIDAL estiment que ces cinérites sont éoléennes, et qu'elles pourraient provenir des Alpes méridionales, tandis que HUCKRIEDE et MILLER veulent y voir des éruptions locales. HUCKRIEDE discute le problème de l'âge de ces cinérites et veut les mettre dans l'Anisien supérieur. VIDAL les place à la limite des deux étages.

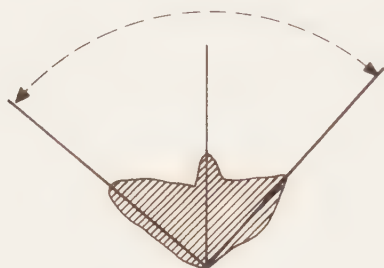
Etant donné que les faunes de la zone à trinodosus se trouvent toujours en-dessous des cinérites, et que les fossiles trouvés entre les niveaux pyroclastiques sont ladinien, tout porte à admettre que le gros des cinérites se cantonne dans le Ladinien basal.

Dans le membre de Reifling, les microfaciès suivants sont caractéristiques :

(1) Exemplaire introuvable.

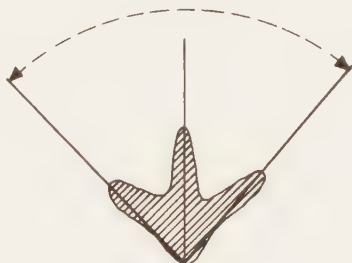
Tableau 3

LES CONODONTES A PLATEFORME et leurs PRINCIPAUX CARACTERES PARTICULIERS



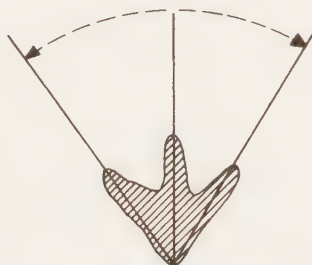
Gladigondolella tethydis (HUCKRIEDE)

Fourche basale ellipsoïde au centre de la carina. Plateforme tordue à l'arrière. Denticules menus et bas. Angle : 90° .



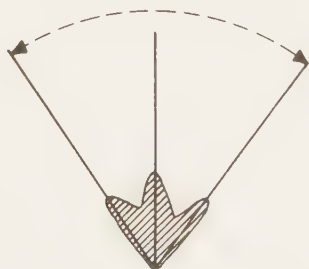
Gladigondolella abneptis (HUCKRIEDE)

Conodonte petite et menue à fourche basale centrale. Carina dépassant la plateforme. Denticules irréguliers. Denticules minuscules sur les bords de la plateforme. Angle : 83° .



Gondolella navicula HUCKRIEDE.

Fourche basale à l'arrière, se terminant en forme de spatule. Angle : $67 - 75^{\circ}$.



Gondolella mombergensis TATGE.

Se distingue de *G. navicula* par un denticule protubérant à l'avant. Angle : 72° .

Tableau 4

FOSSILES CARACTERISTIQUES

DU NIVEAU A CINDERITES

FOSSILES

SIGNALES EN

DESSOUS

ET AU

DESSUS

	ANISIEN		LADINIEN		DU NIVEAU A CINDERITES								
					Rhätikon	Flexenpass	Lech	Reutte	Karwendel	Arldberg	Wetterstein	Tessin/Lombardie	Humboldt Range (U.S.A.)
Diplopora annulata					x			x	x	x	x	x	
Protrachyceras reitzi					x								
Daonella taramelli					x	x			x	x		x	
Daonella tyrolensis					x	x			x	x		x	
Gladigondolella tethydis				- -		x							x
CINDERITES					x	x			x	x	x	x	
Ptychites flexuosus			- -	- -			x	x	x		x		
Paraceratites trinodosus								x	x	x		x	
Gondolella navicula					x	x	x	x	x	x		x	
Coenothyris vulgaris			- -		x			x	x		x		
Tetractinella trigonella					x			x			x		

MICROFACIES Re 1.

Définition : Biomicrite à biogrumite (à valves).

Micr. : Dans une micrite calcaire, qui contient souvent des passées à structure grumeleuse, on observe des valves de lamellibranches petits et minces, des fois plus grands et atteignant une épaisseur de 1 mm. Ils sont accompagnés d'ostracodes, de foraminifères, de radiolaires et de filaments. Dans la zone septentrionale, surtout, mais aussi dans les autres zones on rencontre des entroques. Dans la zone méridionale la micrite est très siliceuse et contient de nombreux rognons de silex. Le pourcentage de matière argileuse est en-dessous de 1%. Dans la diverticulation du Krabachjoch, ce microfaciès peut localement être affecté par la dolomitisation.

Lith. : Bancs de calcaires bien lités en couches de 30-40 cm. Ce sont des calcaires fins avec des surfaces inégales, à rognons calcaires et à silex. Sur les surfaces il y a presque toujours une fine pellicule argileuse foncée. Le calcaire est gris moyen à foncé. Dans les régions attribuées à l'unité tectonique de l'Inntal (Heiterwand) cette roche est plus claire, rosée.

Ce faciès est riche en micro-organismes. Nous nous trouvons en-dessous du niveau des eaux agitées.

Ech. type : II / Flexenpass S (8)

MICROFACIES Re 1 E.

Définition : Biomicrite à biogrumite ruditique, à valves et débris d'échinodermes.

Micr. : Il s'agit du microfaciès précédent auquel s'ajoutent un grand nombre de fossiles, surtout des débris de crinoïdes et d'oursins. On y voit également des foraminifères (Nodosariacea). Il s'agit d'une calcirudite déposée en un milieu nettement plus agité, probablement moins profond que les autres microfaciès des couches de Reifling. Ces calcaires sont bitumineux. Ils contiennent moins de silice que ceux des autres zones.

Lith. : Les bancs dans lesquels on observe ce microfaciès se trouvent dans la zone septentrionale du domaine. A Lechaschau, ce sont des calcaires bitumineux qui ont livré une faune de céphalopodes (E. BEYRICH, 1856 et AMPFERER, 1924) Ils sont décrits dans le Lexique stratigraphique sous "Schwarzer Kalk von REUTTE".

Peu sous les marnes de Partnach nous y observons une véritable brèche à échinodermes, contenant des débris d'oursins, de crinoïdes, des petits gastéropodes, des lamellibranches de taille variant de quelques mm. à des débris de coquilles de 3 cm. de longueur.

Un manchon d'algue semble attribuable à Diplopora sp. Certains horizons regorgent de Coenothyris vulgaris. Tetractinella trigonella n'est pas rare, tandis

que les céphalopodes se limitent à ceux déjà cités plus haut.

Ech. type : IX / 10. Reutte.

MICROFACIES Re 2.

Définition : Bio-intra-grumite à pélites rouges.

Micr. : Micrite fine contenant les mêmes débris biogènes que la micrite du microfaciès Re 1. Elle est grumeleuse. Des intraclastes arrondis ou ellipsoïdaux sont enrobés de matière argileuse rougeâtre. Ces pélites rouges peuvent constituer jusqu'à 30% de la roche. La micrite calcaire ainsi que la pélite contiennent un grand nombre de filaments, de radiolaires calcifiés, d'ostracodes, de lamellibranches (Daonelles) et parfois des débris de crinoïdes. Cette roche bitumineuse contient localement une riche faune de conodontes.

Lith. : Comme la roche Re 1, elle contient des silex, des rognons calcaires et, ce qui frappe l'oeil, des couches argileuses à structures fluidales. Les interstices des bancs sont argileux. Dans un grand nombre de cas, cette argile peut provenir de l'altération de cendres volcaniques, étant donné la présence de vraies cinérites dans ces horizons, les pietre verdi. L'activité volcanique a dû tuer de nombreuses Daonelles, qui forment une véritable thanatocénose en-dessous des couches de cinérites. De là le nom de couches à Daonelles. On devrait s'attendre à trouver des ammonites dans ces horizons bitumineux, mais il se peut que la haute teneur en CO₂, due au volcanisme, ait provoqué la dissolution de leurs tests aragonitiques.

Ce microfaciès est un faciès intermédiaire entre Re 1 et Re 3 par sa teneur en matière argileuse.

Dans la zone centrale et méridionale du domaine ce faciès représente la moitié supérieure des couches de Reifling, tandis que dans la zone septentrionale il paraît déjà être remplacé par les marnes de Partnach. Dans certaines coupes (Krabachjoch) de la zone méridionale, ce microfaciès est remplacé par Re 3. Dans la chafne du Karwendel, ces calcaires à pélites rouges s'appellent "Schusterbergkalk" (PIA 1923).

Ech. type : Profil II / Flexenpass N (13).

MICROFACIES Re 3.

Définition : Pélite à nodules de biogrumite.

Micr. : Une masse argileuse rouge-brun à structure fluidale contient des débris biogènes en grand nombre ainsi que 30 à 40% de nodules, de pseudo-intraclastes et de galets de boue micritique, souvent préservée dans des valves de lamellibranches. Cette micrite à structure grumeleuse contient les mêmes débris biogènes que la pélite. Les nodules ont des dimensions variant de quelques mm. à des galets de

boue calcaire pouvant atteindre plusieurs cm.

Les débris biogènes sont des valves de lamellibranches (Daonelles), des filaments, ostracodes, radiolaires, conodontes et foraminifères.

Lith. : Ces bancs de nodules calcaires d'aspect conglomératique apparaissent au sommet des couches à Daonelles et dans les marnes de Partnach. Ce sont des bancs peu épais. Ils n'ont rien à faire avec les lits d'aspect boudiné et concrétionnaire dont il sera aussi question dans les marnes de Partnach.

Ech. type : Profil V / Trittwangkopf (12).

MICROFACIES Re 4.

Définition : Dolosparite siliceuse.

Micr. : Il s'agit d'une dolosparite fine qui contient des valves de lamellibranches et des débris de crinoïdes. Elle contient toujours un peu de quartz très fin, réparti sur toute la masse. Cette matière siliceuse est abondante dans les horizons à cinérites.

Ce microfaciès remplace les microfaciès Re 1 et Re 2 dans les diverticulations méridionales. Il semble être une dolomie précoce. Certaines parties furent affectées par une dolomitisation métasomatique tardive, liée aux minéralisations du Krabachjoch. Il peut s'agir d'une dolomie "T".

Lith. : Cette dolomie apparaît en bancs assez bien lités à très bien lités, contenant à la base peu, en haut un nombre plus élevé de silex. A la Edlespitze (Krabachjoch) les bancs sont exposés d'une manière exceptionnelle pour l'étude des surfaces de stratification; ceci permet de voir les restes de céphalopodes dissous par la subsolution.

Ech. type : Profil V / Edlespitze (9).

Dans les klippes de Muschelkalk alpin, qui reposent sur le Jurassique de la région de Tannheim (Alpes de Vils), on observe un faciès attribuable ni au microfaciès des calcaires de Gutenstein, ni à celui des calcaires de Reifling.

Ces roches atteignent une puissance de 40 m. au maximum et constituent un type de Muschelkalk alpin dont le microfaciès se caractérise comme suit :

MICROFACIES Mk.

Définition : Micrite.

Micr. : Dans une gangue micritique on observe des débris de crinoïdes, des sphères, des valves de lamellibranches ou de brachiopodes, parfois recristallisés. Par endroit il y a de la microsparite. Des dysmicrites ne sont pas rares. Un léger apport de matière pélitique est présent, ainsi qu'un faible pourcentage de matière

organique.

On y observe des articles pentagonaux de crinoïdes, comme ceux du microfaciès Gu 5. Les sphères semblent être des radiolaires calcifiés dans le cas de cette roche.

Lith. : C'est un calcaire gris, un peu beige, ayant des surfaces argileuses à la manière des calcaires vermiculés. Ces pellicules contiennent la matière bitumineuse qui est concentrée sur des stylolithes. La roche est parcourue de nombreuses veines secondaires. Ce sont des bancs, parfois un peu massifs, de près de 50 cm. d'épaisseur.

LES FORMATIONS LADINIENNES

Les formations essentiellement ladiniennes (mais pouvant monter dans le Carnien inférieur) du terrain étudié sont les marnes de Partnach dans la partie inférieure, surmontées par les roches carbonatées de la formation de l'Arlberg à l'W et de la formation du Wetterstein à l'E.

Dans la zone centrale et méridionale de la partie occidentale des Alpes Calcaires Septentrionales, la base du Ladinien est encore comprise dans la formation du Muschelkalk alpin.

A cette formation succèdent, après quelques récurrences du faciès sous-jacent, les marnes de Partnach.

1. La formation de PARTNACH.

Cette formation, dont la localité type se trouve dans la Partnachklamm en Bavière, se compose de marnes et de calcaires.

Les marnes de Partnach s'étendent du Liechtenstein jusqu'à la région d'Innsbruck, où elles accompagnent les formations de l'Arlberg et du Wetterstein qu'elles supportent. On ne les trouve qu'en un seul endroit de l'Austroalpin Central, dans les Kalkkögel au sud d'Innsbruck. On en décrit également dans les dolomites de Lienz, tandis que les Splinter - shales du Ladinien des Alpes Bergamasques (DE SITTER & DE SITTER 1949) sont plus proches des couches de Wengen, malgré quelques ressemblances avec les marnes de Partnach de notre domaine.

Dans notre domaine occidental des Alpes Calcaires Septentrionales les marnes de Partnach envahissent le bassin au début du Ladinien dans la région de Reutte et atteignent le bord méridional dans le courant du Ladinien inférieur. Elles alternent à leur base avec les calcaires de Reifling, et au sommet avec des calcaires de Wetterstein ou de l'Arlberg. Dans un chenal qui semble s'étendre de la région du Krabachjoch vers le NE, et que nous retrouvons encore dans la haute vallée de Kaisers, les marnes de Partnach occupent tout le Ladinien et passent direc-

tement aux schistes gréseux et aux grès de Raibl.

Les marnes de Partnach se composent de la façon suivante :

SiO ₂	5 %	-	25%	
CaO	20 %	-	35%	Perte à la combustion (CO ₂)
MgO	10 %	-	20%	10-15%
Fe ₂ O ₃	5 %	-	7%	(Analyses exécutées par l'EAWAG - E P F - Zurich)
Al ₂ O ₃	28 %	-	35%	

A la base, au-dessous et en contact avec les calcaires de Reifling et leurs cinérites la teneur en alumine et en silice est particulièrement élevée, tandis qu'au sommet vers les calcaires de l'Arlberg la teneur en carbonate augmente.

Les marnes de Partnach sont des pélites, marneuses, brunes, siliceuses se détachant en éclats aigus. Dans la zone méridionale, tectonisée, le quartz se trouve en boudins. Alors les marnes deviennent schisteuses et prennent un lustre brillant brun et noir anthracite, et l'on y observe en coupe mince de la séricite et de la chlorite de néoformation. On y trouve fréquemment de la pyrite.

Les marnes de Partnach sont souvent entrecoupées par des lits, plus ou moins lenticulaires, de marnes dolomitiques dures, de couleur brun foncé et de patine brun jaunâtre. En coupe mince on observe une masse uniforme brunâtre, cryptocristalline, légèrement siliceuse.

Les calcaires de Partnach sont des bancs pareils aux calcaires des couches à Daonelles à la base, et passent progressivement à des calcaires du type d'Arlberg vers le sommet. On observe en coupe mince : des bio-pel-grumites à filaments, fragments de lamellibranches, sphères et quelques crinoïdes, passant dans les horizons supérieurs à des micrites siliceuses à grains de quartz autigène idiomorphe et à spicules de spongiaires.

En ne considérant que les faciès carbonatés intercalés dans les schistes de Partnach, on obtient l'impression d'un passage graduel des faciès des couches de Reifling au faciès des couches de l'Arlberg.

Nous observons deux mécanismes de sédimentation, dont les produits s'enchevêtrent :

D'une part, les calcaires, intercalés dans les marnes, mais qui occupent l'intervalle entre le Muschelkalk alpin et les calcaires du Wetterstein dans la région de Flirsch (Profil VIII), dans la chaîne de Mieming (MILLER, H., 1964) et de Wetterstein (VACHE, 1960) ainsi que dans le Karwendel (Profil XI). Ces calcaires de Partnach, qui occupent ainsi latéralement le niveau des marnes, sont aussi appelés calcaires du Wetterstein inférieur.

NE

SW

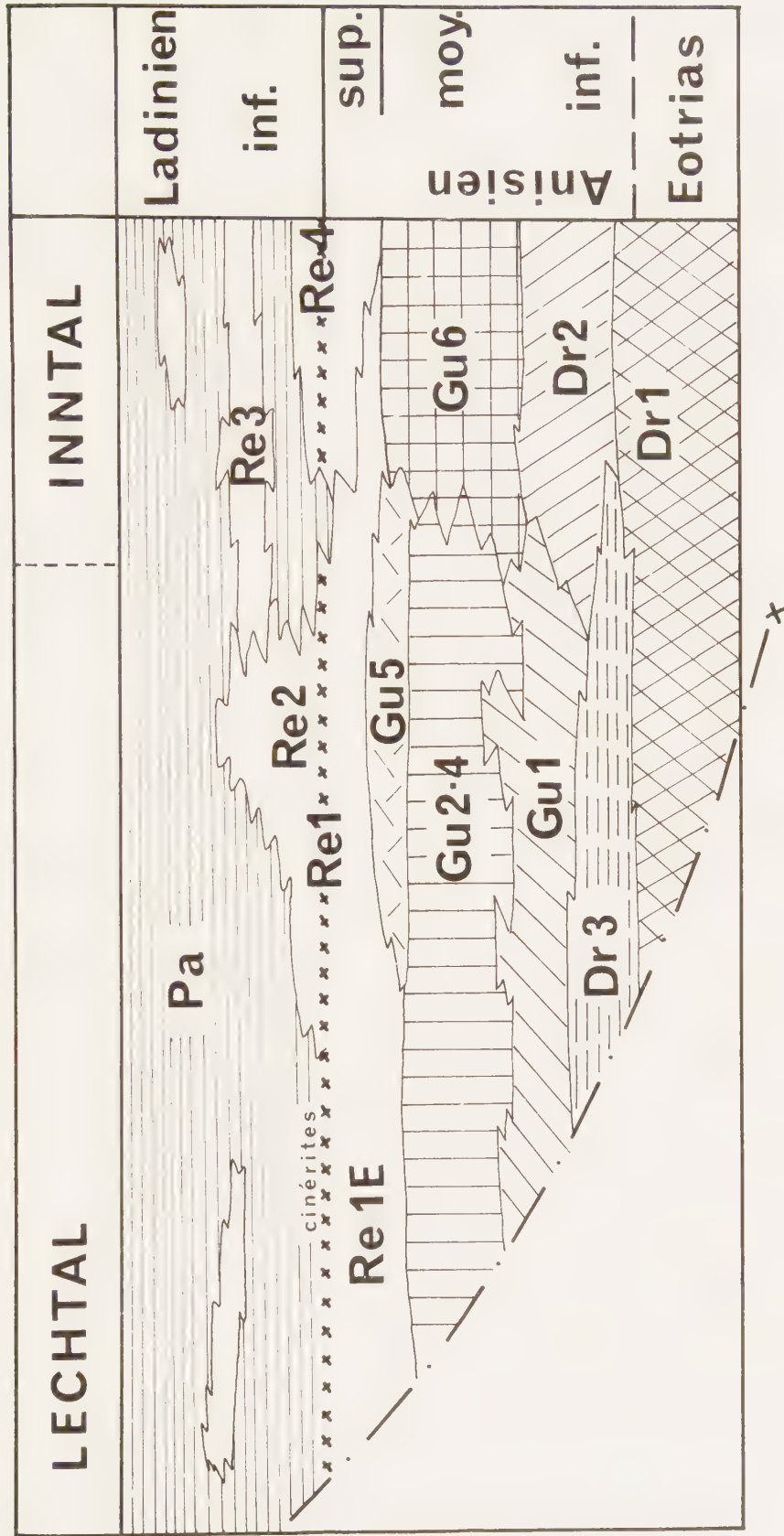
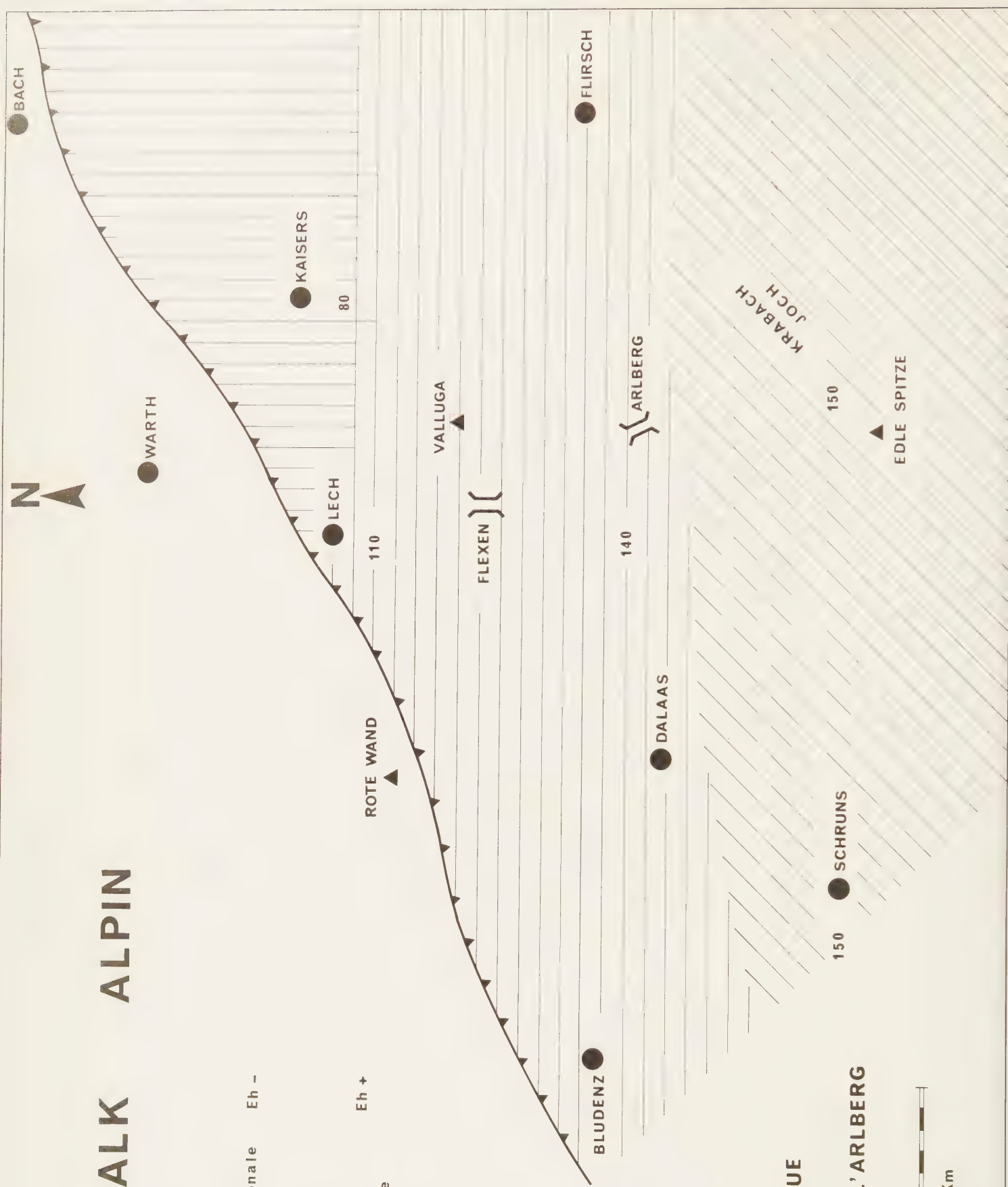
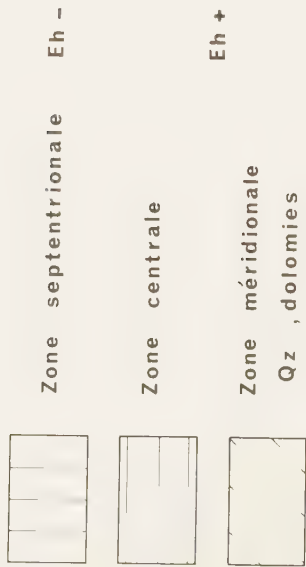


Fig. 3
Coupe palinspastique à travers le Muschelkalk alpin des Alpes du Lechtal. NE - SW

MUSCHELKALK ALPIN



CARTE PALINSPASTIQUE
DE LA REGION DE L'ARLBERG

D'autre part, les pélites. Nous ne savons que très peu de leur genèse. Nous notons des éruptions de nature explosive au passage de l'Anisien au Ladinien et ensuite, simultanément dans la partie N, et un peu plus tard dans le Sud, l'envahissement du domaine par des pélites siliceuses, ce qui rend vraisemblable une liaison avec le volcanisme. Les exhalations volcaniques et le CO₂ auraient empêché la formation de calcaires.

Dans la coupe du Trittwangkopf (Profil V, Krabachjoch) se trouve dans la partie inférieure des marnes de Partnach une roche pyroclastique. Il s'agit d'un banc, de 20 cm. au maximum, noyé dans les schistes, que MUTSCHLECHNER (1947) avait déjà remarqué. C'est un tuf cristallin de la même composition que les pierres verdi sous-jacents dans les couches de Reifling. En lame mince on y voit du quartz, du plagioclase (andésine) et de la biotite.

La formation de Partnach atteint plus de 200 m. Le régime carbonaté se rétablit au Ladinien moyen, avec les calcaires de l'Arlberg à l'W et ceux du Wetterstein à l'E. Dans le Vorarlberg nous observons un plus grand nombre d'alternances des marnes de Partnach et des calcaires et dolomies de l'Arlberg que dans le Tyrol septentrional, où se développe le calcaire du Wetterstein dont les parois uniformes et massives atteignent plus de 1.000 m.

2. La formation de l'ARLBERG.

Cette série définie pour la première fois par RICHTHOFEN en 1859, et depuis décrite comme calcaire de l'Arlberg, dolomie ou couches de l'Arlberg, doit être considérée en tant que formation. Elle est composée de trois membres.

a) Le calcaire de l'Arlberg.

Ce sont surtout ces calcaires qui sont bien représentés à la localité type du Kratzerjoch (Alt. 1680 m.) coord. 773 500/226 200-773 800/225 800. On les retrouve dans le Klostertal, dans la région du Flexenpass et de Lech, et vers l'E. ils diminuent, pour être remplacés par la formation de Wetterstein.

Ils apparaissent en séries de bancs. Dans le Klostertal cette série atteint 50 m. tandis qu'au Flexenpass elle ne dépasse pas 20 m.

On peut différencier deux microfaciès par le contenu en fossiles.

MICROFACIES A 1.

Définition : Micrite à grumite.

Micr. : La gangue est une micrite, parfois dysmicritique. Elle contient souvent des pellets mal individualisés qui donnent à la roche une structure grumeleuse. Cette grumite peut constituer 50% de la roche. On observe des débris de crinoïdes, des

valves de pélécy-podes et des spicules de spongiaires en calcédoine. La micrite est traversée par de nombreuses veines de sparite. De la matière argileuse est accumulée le long de joints stylolitiques.

Lith. : Le microfaciès A 1 s'observe principalement à la base des calcaires de l'Arlberg et dans les bancs massifs intercalés dans la partie supérieure des marnes de Partnach.

Ils sont déposés dans les eaux peu agitées, avec une déficience de O_2 dans la vase.

Ce sont des calcaires noirs parcourus de nombreuses veines de calcite blanche. Dans la zone méridionale ces calcaires sont plus clairs. Certains horizons contiennent des chapelets de silex. Des bandes dolomitiques existent dans les bancs très siliceux.

Ech. type : II / Flexenpass N (37)

MICROFACIES A 2.

Définition : Bio - pel - grumite.

Micr. : Dans une gangue micritique assez grossière, microsparitique, à structure grumeleuse, 30 à 40% de biogènes se répartissent d'une manière homogène. On y observe la présence de foraminifères, notamment d'un test déjà décrit sous le nom de Fronicularia cf. woodwardi HOWCHIN. (CUVILLIER, 1961, HAGN 1955). Par couches on observe un grand nombre de fossiles silicifiés, pélécy-podes et gastéro-podes.

Lith. : Ces calcaires se reconnaissent en affleurement par les bancs fossilifères, lumachelles des anciens auteurs du Rhätikon. Ils sont plus clairs que le calcaire de microfaciès A 1. Ils apparaissent surtout dans la partie occidentale du terrain étudié : dans le Klostertal et dans le versant sud de la coupe du Flexenpass. Vers l'E, ils deviennent rares et sont remplacés par des calcaires du type A1, mais cette fois assez souvent à manchons de Diplopora annulata SCHAFH. Au Flexenpass -N ils sont remplacés par le membre de la dolomie d'Arlberg.

Dans la région de Lech ils sont mal développés, par contre on y rencontre des calcaires construits, véritables biolithites de dasycladacées.

Une recristallisation et dolomitisation tardive peut affecter différents niveaux.

b) La dolomie de l'Arlberg.

Des dolomies massives, qui atteignent 60 m. au Flexenpass et près de 200 m. dans la région de Lech, se substituent latéralement aux calcaires de l'Arlberg fossilifères.

Ces dolomies occupent principalement ce qui semble être le Ladinien moyen. A cette époque le bassin est bouleversé par des séismes, qui accompagnent un volcanisme local dans la région de Lech. Les andésites décrites par HAMMER (1930) et STENGEL-RUTKOWSKY (1962) n'apparaissent que dans cette localité. Le foyer se trouve dans la montagne au SE du village de Lech. En s'éloignant du foyer, on observe une diminution de la grosseur des grains dans les tufs. En bordure du foyer d'éruption de Lech, mais aussi dans le Klostertal (Wäldletobel) et dans la coupe du Schindler, ainsi que dans diverses localités du Rhätikon, on trouve des quantités importantes de brèches conglomératiques, qui occupent les horizons du même âge que l'éruption de Lech.

MICROFACIES A 3.

Définition : Dolosparite.

Micr. : Dans une dolosparite grossière (100 μ), à fine (500 μ), on observe une structure nuageuse et des fantômes de valves de lamellibranches et de dasycladacées.

Lith. : La dolomie d'Arlberg apparaît en bancs de plus de 3 m. ou en falaises massives. Elle est souvent saccharoïde.

Etant donné la présence de faunes dans cette dolomie il s'agit ici d'une dolomie secondaire.

Ech. type : Profil II / Flexenpass N (39).

c) Les couches d'Arlberg supérieures.

Le membre qui représente surtout la partie supérieure du Ladinien et très probablement une partie du Carnien inférieur, comprend probablement le sous-étage Cordévolien. Il équivaut aux termes de "Wetterstein supérieur", Ladinien supérieur mais aussi aux couches de Prosanto et d'Altein de la région de la Landwasser - Hochducan.

Ce sont des séries très dolomitiques, montrant des cyclothèmes déposés en eau peu profonde, parfois sursalée. Nous y observons des calcaires à organismes benthoniques, des marnes dolomitiques à traces de dessiccation et des dolomies.

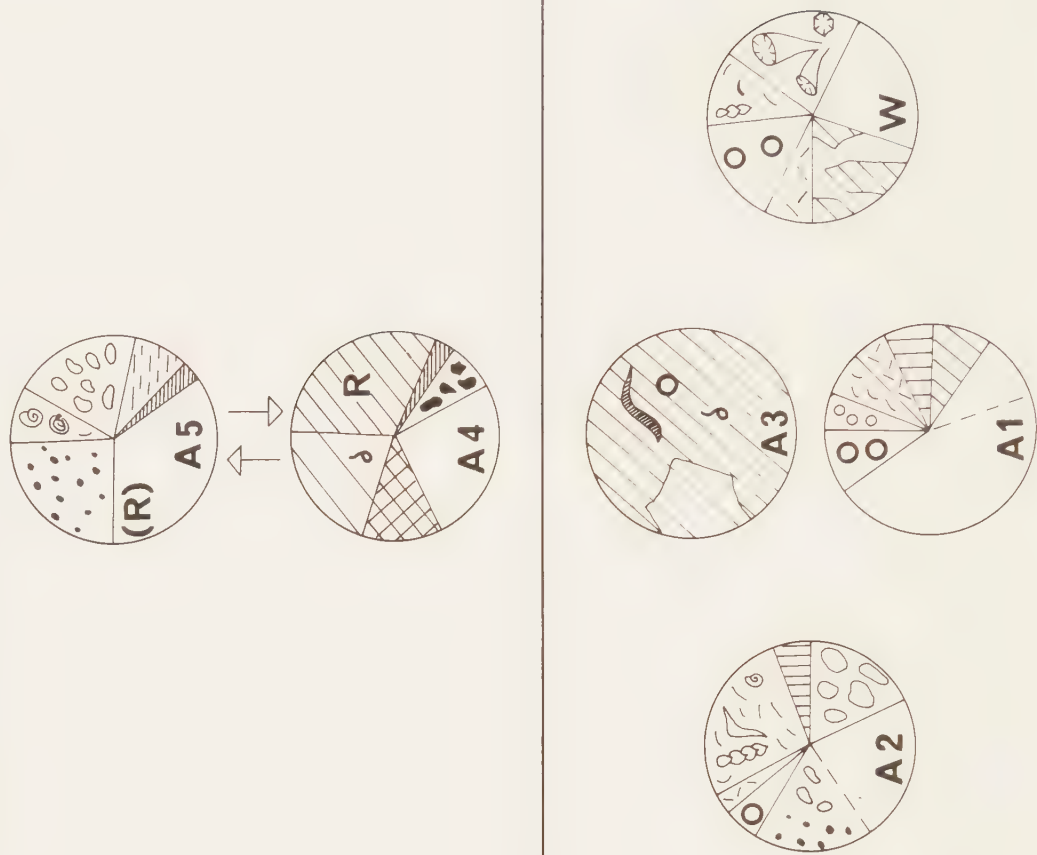
Dans la coupe du Flexenpass on compte une quarantaine de cyclothèmes totalisant plus de 300 m. d'épaisseur.

Ces cyclothèmes renferment les termes suivants :

- A. Dolomies fines, primaires ou pénécotemporaines, microgranulaires. Dolomicrite.
- B. Dolomie saccharoïde, bitumineuse. Dolosparite.
- C. Dolomies et calcaires siliceux.
- D. Calcaires (dolomitiques) à caries. Calcarénite.

Fig. 6.

MICROFACIES DES FORMATIONS LADINIENNES.



Légende : p. 10

- E. Calcaire graveleux, pseudo-oolitique, lumachellique.
- F.' Cargneules et Gypse.
- G. Marnes dolomitiques noires à polygones de dessiccation.

La "courbe" lithologique à travers cette série du versant Nord du Flexenpass (voir la coupe décrite p. 30) caractérise les alternances des termes de ce membre.

Nous pouvons y identifier deux milieux essentiels de sédimentation et observons des oscillations d'un milieu à l'autre. D'une part :

un milieu de circulation *f e r m é e*, sursalé, stagnant, à évaporation accélérée, qui nous livre les dolomicrites, dolosparites et dologrumites souvent bitumineuses et siliceuses qui lorsque la phase stagnante est de longue durée, aboutissent à des dépôts de gypse, des termes, A, B, C, F, G. (Série de Microfaciès A4).

D'autre part :

un milieu de circulation *o u v e r t e*, mieux aéré, qui nous livre les micrites siliceuses, intramicrites, pelmicrites et grumites, à terriers d'organismes fouisseurs, à foraminifères benthoniques et finalement des calcaires graveleux et lumachelliques, des termes C, D, E, G. (Série de Microfaciès A 5).

Les dolomies sont souvent assez semblables aux dolomies du Hauptdolomit, mais bien plus différenciées en grain et en couleur. Les calcaires sont généralement plus clairs que les dolomies, ils sont stratifiés, mais contiennent souvent des "Carries", qui lorsqu'elles sont nombreuses donnent un aspect ruiniforme à ces roches. Un horizon à structure grumeleuse (Photo 3) contient des cristaux de célestine.

A mesure que l'on se déplace vers l'Est les cycles deviennent moins différenciés, nous observons moins d'horizons marneux, et de plus épaisses séries dolomitiques, qui contiennent souvent des débris de dasycladacées (coupe du Schindler, p. 50).

3. La formation de WETTERSTEIN.

Cette formation qui se développe dans la partie orientale du terrain a été étudiée récemment par FELLERER (1964) dans le Stanzertal et par O. KRAUS (1964) et Ch. PENDEXTER dans la Heiterwand. Ces deux derniers auteurs ont pu observer les passages d'un récif aux faciès stratifiés des zones protégées par les récifs.

On peut observer généralement une tripartition dans les calcaires de Wetterstein : ils sont souvent lités à la base, ensuite massifs, à la partie supérieure de nouveau lités et en cycles rythmiques.

Les calcaires du Wetterstein inférieurs sont comparables aux calcaires décrits dans la formation de Partnach, et les calcaires et dolomies supérieurs

FORMATIONS DU LADINIEN

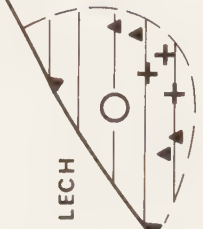


Brèches seismiques

Andésites

Cargneules

ARLBERG
 PARTNACH
 WETTER -
 STEIN



B. O



FLIRSCH



reflètent le même genre de sédimentation que le membre des couches d'Arlberg supérieures.

La partie moyenne du calcaire de Wetterstein est constituée par des bancs épais, généralement mal lités et des falaises massives d'origine récifale. Dans le terrain étudié, citons la Blankspitze et le Simmelekopf de la région de Flirsch, où ces récifs atteignent encore une centaine de m. ainsi que la Heiterwand où nous mesurons des épaisseurs de 800 m.

En coupe mince, on observe dans une pâte calcaire, claire, blanche, crème, parfois grise, des pourcentages variables de fossiles divers : dasycladacées, coraux, brachiopodes, lamellibranches, gastéropodes. Souvent des cavités sont remplies de sparite. Par endroits on observe un phénomène de fixation interne dans des cavités appelées "ooides géants" ou "évinosponges". Il s'agit de fixations anorganiques concentriques. Elles peuvent atteindre plus de 10 cm. de diamètre. Le rôle éventuel de bactéries ou d'algues dans l'édification de ces structures n'est pas encore éclairci.

RELATIONS TECTONIQUES DES ALPES DU LECHTAL DE LA REGION DE L'ARLBERG

A l'Ouest, dans le Rhätikon, de grandes écailles de Trias austro-alpin supérieur, accompagnées de Jurassique et de Crétacé dans les synclinaux, reposent sur le Flysch pennique et sur les lambeaux de la zone d'Arosa. Ce sont du N au S l'écaille des *Dreischwestern - Fundelkopf* et celle de *Zimba - Scesaplana - Davenna*. La première est la continuation occidentale de l'Unité d'*Allgäu - Lechtal*, tandis que la seconde correspond à une zone paléogéographique plus méridionale. Cette écaille qui est structuralement reliée à la plus septentrionale comprend une zone de faciès qui, plus à l'E, est comprise dans l'unité de l'*Inntal*, à laquelle appartiennent les écailles et diverticulations du *Krabachjoch*, du *Fallesin* et du *Seejöchl*.

Dans un croquis tectonique (Fig. 8) et des profils tectoniques (Fig. 9) nous avons esquissé les structures des Alpes du Lechtal et de la région de l'Arlberg. Ce sont du N au S :

1. Zone au N du chevauchement Saxerspitz-Kaisertal et Wösterspitz- Braunarlspitz.
2. Zone en synforme du Freispitz à l'E. visible depuis le Vorderseespitz sous le Fallesin, jusque sous le Pimigspitz. Elle chevauche au N la zone (1) dans la région du Saxerspitz et dans la haute vallée de Kaisers. C'est un synclinal couché, dont le flanc S est fortement replié vers le N et chevauche même son propre flanc N.

3. Zone comprenant différents lambeaux arrachés à la zone située entre les zones 2 et 4. Elle subsiste dans les écailles du Stanskogel, dans les lambeaux sous les écailles du Krabachjoch, et dans la Roggspitze.
4. La zone 4 s'élargit de l'E vers l'W et englobe à l'E de l'Arlberg le monoclinale de la Valluga, ensuite à l'W de l'Arlberg l'Anticlinale du Klostertal et le synclinal du Spullersee, qui engloutit les structures des zones (2) et (3). Dans la région de Lech la zone (4) chevauche la zone la plus septentrionale dans les écailles du Kriegerhorn et du Wörsterspitz-Braunarlspitz.

Les éléments 1 et 4 appartiennent à l'unité du Lechtal. Pour les éléments 2 et 3 il existe deux hypothèses : la première, autochtoniste, qui se range aux résultats de HUCKRIEDE (1956) et de SARNTHEIN (1962), et selon laquelle la zone 1 serait reliée par une structure antiforme à la synforme de la zone 2. La zone 2 serait à son tour reliée à la zone 4 par une structure antiforme, dont ne subsisteraient plus que les lambeaux de la zone 3. Du point de vue stratigraphique seul le faciès du Muschelkalk alpin de la Jägerlärche (Profil VII a, zone 2) soutiendrait cette hypothèse, par son analogie au faciès septentrional (Fig. 4). L'unité du Lechtal comprendrait ainsi la suite des éléments 1 - 2 - 3 - 4. Selon la seconde hypothèse, nappiste, la zone 2 serait méridionale par rapport à la zone 4. On obtient alors une succession des éléments : 1, 4, 3, 2, où les lambeaux de la zone 3, comme la Roggspitze ne seraient que de peu méridionaux par rapport au monoclinale de la Valluga. Le faciès du Ladinien dans la zone 2 (coupe de la Jägerlärche) concorderait avec cette hypothèse; cette coupe ne se placerait que peu au N des écailles des zones 5 et 6.

Les éléments 1 - 4 sont recouverts par les lambeaux isolés de l'unité de l'Inntal qui se divisent en plusieurs écailles :

5. Diverticulation supérieure du Krabachjoch. Cette écaille comprend les strates comprenant le sommet de l'Eotrias jusqu'au Hauptdolomit du Norien : Ecaille "K" (Krabachjoch).
5. Ecaille du Seejöchl. Cette écaille située au-dessus du lac de Kridlon comprend le Muschelkalk alpin et une partie du Ladinien : Ecaille "S" (Seejöchl).
6. Diverticulation inférieure du Krabachjoch. Cette écaille comprend du Hauptdolomit s'épaississant de haut en bas du S vers le N, et des couches de Kössen accompagnées d'un peu de calcaire rhéto-liasique : Ecaille "R" (Rüfispitze).
6. Ecaille du Fallesin, comprenant des strates du Ladinien au Norien. La surface listrique du décollement de la diverticulation inférieure du Krabachjoch de son substratum (qui est l'écaille supérieure du Krabachjoch), se trouve dans le Hauptdolomit à l'W (Krabachjoch) mais descend vers l'E (Fallesin) dans des étages plus anciens, de manière que dans l'écaille du Fallesin nous avons déjà le sommet des marnes de Partnach et le Carnien des couches de Raibl : Ecailles "F".

Il est probable que les éléments de l'unité du Lechtal soient décollés du

Paléozoïque équivalent à la zone des Grauwackes, tandis que les lambeaux de l'unité de l'Inntal auraient eu pour substratum le Cristallin de la Silvretta - Oetztal, dont nous possédons un témoin de sédiments non décollés à la Thialspitze au SW de Landeck, qui contient selon HAMMER (AMPFERER & HAMMER 1924) du Verrucano et du Muschelkalk alpin minéralisé. Une avance tardive du Cristallin a redressé les contacts à la verticale.

La klippe du Krabachjoch, qui repose dans le synclinal du Spullersee à l'E de Zürs, fut prise par RICHTOHOFEN (1862) pour des couches de Raibl. Il croyait la série renversée et rattachable au N avec le flanc N du synclinal du Spullersee. AMPFERER (1914) y vit deux nappes superposées, la nappe de l'Inntal, comprenant de la Dolomie principale et des couches de Kössen, et superposée à celle-ci la nappe du Krabachjoch, comprenant toute la série allant de l'Eotrias au Norien. E. KRAUS (1949, p. 55) attaqua cette conception d'AMPFERER et fit observer que la Hauptdolomit du Rüchi-(Rüfi-)Spitze se réduit vers le S, tandis que celui du Fangekar-Kugla-Spitze se réduit vers le N. Il en déduit la possibilité que les deux éléments soient issus de la même dalle de Trias. K. E. KOCH (1959) divisa la masse de Krabach en différentes écailles et tenta de démontrer l'autochtonie de la structure.

Tant sur le plan des observations tectoniques que sur le plan des études des faciès nous pouvons conclure à l'existence de deux diverticulations de Krabach, issues d'une zone située au S du monoclinale de la Valluga (1).

Entre la vallée d'Almejur et la vallée de Kaisers s'élève le massif du Fallesin. AMPFERER (1932) considérait la calotte du Fallesin comme reste de la nappe de l'Inntal et l'écaille du Hinterseejöchl (Seejöchl) comme témoin de la nappe du Krabachjoch. HUCKRIEDE (1956) découvrit du Trias moyen au lieu-dit de Jägerlärche et sous le Fallesin. Il remarqua le chevauchement du Kaisertal et inclut le Seejöchl dans la synforme (zone 2) avec la Jägerlärche. Si la Jägerlärche comprend du Ladinien dans le faciès Partnach (sans calcaires de l'Arlberg ou de Wetterstein) et un Muschelkalk alpin qui s'apparente plutôt au faciès de la zone septentrionale, le Trias moyen du Seejöchl appartient nettement dans la zone méridionale.

(1) Nous croyons probable que les terrains des écailles 5 formaient à l'origine le substratum de ceux des écailles 6, ce qui explique la numérotation adoptée.

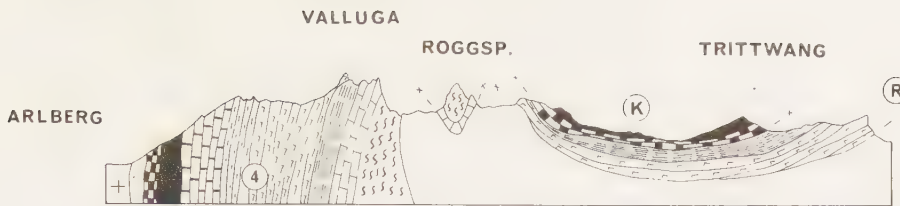
CROQUIS TECTONIQUE

2 Km

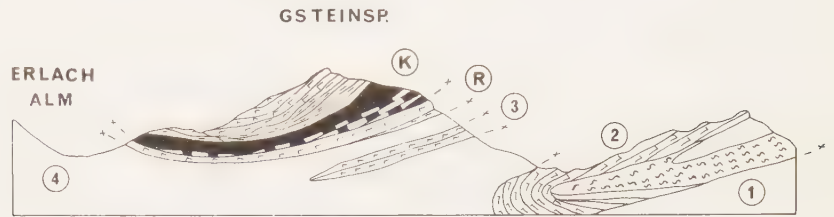


S

N

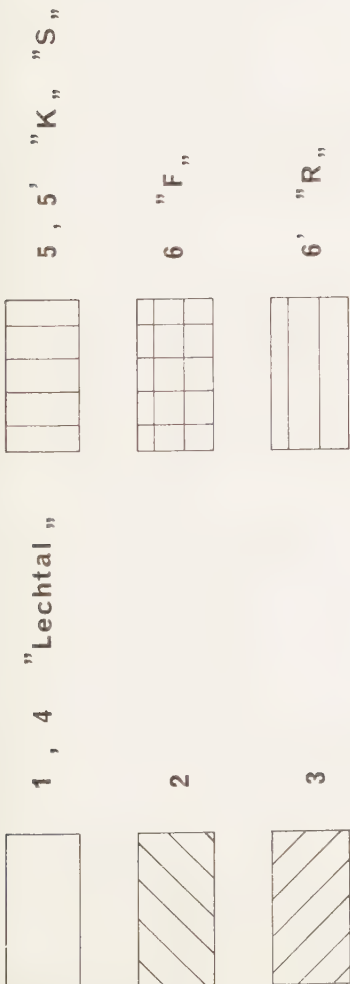


PROFILS TECTONIQUES



1 KM

	CRÉTACÉ		HAUPTDOLOMIT		MUSCHELK. A.
	JURASSIQUE		RAIBL		VERR.-EOTRIAS
	RHÉTO-LIAS		ARLBERG WETTERSTEIN		CRISTALLIN
	C. DE KÖSSEN		PARNACH		



synformes
antiforme

LEGENDE DES FIGURES 8 et 9.

Zones tectoniques :

- 1 et 4 : Unité du Lechtal "L"
- 2 : Synforme Freispitz-Kaisersteinspitz-Pimigspitz : "J"
- 3 : Lambeaux du Stanskogel et de la Roggschpitz
- 5 : Ecaille supérieure du Krabachjoch "K"
- 5' : Ecaille du Seejochl "S"
- 6 : Ecaille du Fallesin "F"
- 6' : Ecaille inférieure du Krabachjoch, Ruffspitze "R"
- P-P : Tracés des profils tectoniques.

DESCRIPTION REGIONALE

REGION DE L'ARLBERG

1. L'ÉCOLOGIE

Le Trias moyen affleure sur tout le versant nord de cette vallée, qui descend du col de l'Arlberg vers Bludenz. Bien que l'accès difficile des ravins ainsi qu'une intense végétation en rendent l'étude détaillée pénible, on y observe nettement le passage graduel des faciès du Vorarlberg et du Rhätikon aux faciès de la région de l'Arlberg.

De Bludenz à Dalaas, le versant sud de la vallée est occupé par le Trias supérieur, fort raide, du groupe de la Davenna, qui fait partie de l'échelle Scesaplana-Zimba - Davenna et peut être considéré comme équivalent de l'Unité de l'Inntal. Le versant nord se trouve toujours dans l'unité du Lechtal. Au NW de Dalaas, sur le versant W du Radonabühl, (Coordonnées de la carte nationale suisse : 795200 / 223100) l'échelle de Davenna se relie tectoniquement à l'unité du Lechtal de la manière suivante :

De N à S (la direction des couches est E-W, elles sont verticales) :

1. Calcaire d'Arlberg de l'unité du Lechtal
 2. Lambeaux extrêmement réduits de zone d'Arosa
 3. Gypse carnien
 4. Dolomies de l'Arlberg
 5. Quaternaire de la vallée de l'Alfenz (Klostertal).
- } échelle de la Davenna

Au SW de Dalaas, au Kristbergsattel, on peut observer la liaison stratigraphique de l'échelle de Davenna à son substratum paléozoïque et finalement à son socle, la "Phyllitgneiszone" de la nappe du Silvretta. A l'E de Dalaas, le versant S de la vallée est formé par le cristallin de ce socle.

Sur le versant N, la structure la plus méridionale est l'anticlinal du Klostertal, suivi au nord du large synclinal du Spullersee. L'axe de l'anticlinal monte de l'W vers l'E. Le Verrucano, qui affleure à Dalaas à 1.000 m. d'altitude, se trouve sous la Valluga à 2.000 m. Le synclinal du Spullersee, étroit au N de Nüziders, s'élargit vers l'E.

Passons en revue les principaux affleurements qui ont permis de construire le Profil I de la planche hors-texte.

La carrière de "marbre" noir de B l u d e n z offre une mauvaise coupe des couches de Gutenstein. On y voit des calcaires vermiculés, des dolomies rubanées et des calcaires dolomitiques à Physoporelles. La coupe de Bürs, bien mieux exposée, correspond à celle de Bludenz, et sera décrite en détail par KOBEL.

Le versant occidental du S c h m i e d t o b e l, près de Dalaas (792400 / 223200) contient le profil suivant : en montant par le sentier on trouve à 800 m. :

- des calcaires de Reifling
- le banc à entroques
- des dolomies spathiques obscures
- les cargneules de base

à 1.000 m. nous nous trouvons dans le noyau de la structure où affleure le Verrucano-Buntsandstein. Plus loin le profil est couvert, mais si l'on quitte le sentier à 1.120 m. vers l'W, on trouve dans le ruisseau :

- des calcaires de Reifling
- 0,20 m. de pietra verde
- 2,20 m. de calcaire de Reifling, marneux à nodules de calcaire, du microfaciès Re 3.
- 15 m. de marnes de Partnach à Bactryllium
- 3 m. de calcaire d'Arlberg
- 40 m. de marnes de Partnach
- 5 m. de calcaire d'Arlberg
- 35 m. de marnes de Partnach
- 7 m. de calcaire clair à silex (Arlberg)
- 45 m. de marnes de Partnach
- 20 m. de dolomie d'Arlberg
- 20 m. de marnes de Partnach
- 40 m. de calcaires mal lités, fossilifères, à bancs de lumachelles
- 7 m. de calcaires marneux à terriers
- Succession cyclique des couches du Ladinien supérieur, comme au Flexenpass.

On observe dans cette coupe un grand nombre de bancs de calcaire de l'Arlberg, alternant avec les marnes de Partnach. Ces alternances nous rapprochent des conditions réalisées plus à l'Ouest. Outre les nombreuses alternances, l'épaisseur des calcaires d'Arlberg fossilifères nous permet de comparer cette série avec celle qui affleure dans le Rhätikon, à la localité type du Kratzerjoch (KOBEL).

Dans le *W ä l d l e t o b e l*, près de Klösterle (801400/223700), on peut étudier le profil suivant, - après être passé sous le viaduc de la voie ferrée et monté à 1300 m. par le sentier, - dans le torrent :

- 3 m. de calcaire d'Arlberg sans silex
- 3 m. de marnes de Partnach
- 4 m. de calcaire d'Arlberg avec silex
- 3 m. de calcaire d'Arlberg à grosses lentilles de silex
- 2 m. de marnes de Partnach
- 4 m. de calcaire à silex, à lamellibranches et à algues
- 3 m. de marnes de Partnach
- 8 m. de calcaire en bancs épais, à silex, lamellibranches et à algues.

En concordance sur ce dernier horizon suit une brèche conglomératique. Les composantes dolomitiques qui peuvent atteindre plus d'un demi-mètre de diamètre sont angulaires à subangulaires, tandis que les petits galets sont plus émoussés. La matrix est brunâtre, cargneulisée. En lame mince on observe du plagioclase et du quartz, rapportable aux tufs de Lech (Ladinien moyen).

Cette brèche conglomératique, probablement due à des éboulements lors des séismes qui accompagnèrent les éruptions de Lech, est surmontée, avec une discordance de plus de 20°, par :

- 15 m. de dolomies d'Arlberg
 - calcaires d'Arlberg à silex et à fossiles.
- Plus haut débute la série des cyclothèmes du Ladinien supérieur.

En montant de Langen (803600/223800) vers le *B l a s e g g* on traverse l'axe anticlinal et on atteint le noyau de la structure vers 1500 m. dans les dolomies de Gutenstein. Le profil suivant affleure :

- 30 m. de dolomies litées et de calcaires vermiculés
- 15 m. de calcaire dolomitiques à algues
- 3 m. du niveau à entroques
- 30 m. de calcaire de Reifling du faciès Re 1
- 0,20 m. de pietra verde feuilletée
- 10 m. de calcaire de Reifling à silex

- 10 m. de marnes de Partnach
- 10 m. de calcaire de Reifling
- 40 m. de marnes de Partnach
- 4 m. de calcaire d'Arlberg (Alt. 1.760 m.)
- 45 m. de marnes de Partnach
- 5 m. de calcaire d'Arlberg à silex
- 50 m. de marnes de Partnach
- 20 m. de calcaire d'Arlberg
- 20 m. de marnes de Partnach
- Dolomies de l'Arlberg et cyclothèmes du Ladinien supérieur.

II LA REGION DU FLEXENPASS.

En remontant la vallée du Klostertal on arrive à Stuben. L'esquisse géologique (Fig. 10) complète ici le levé de AMPFERER, trop peu détaillé. Le Flexenpass passe le long d'un système de failles, ce qui entraîne certaines complications tectoniques. Au contact avec le Cristallin, le bord méridional des Alpes Calcaires Septentrionales est écaillé. Ainsi à Posteck, au-dessus de Stuben, les couches d'Arlberg et de Partnach sont redoublées dans l'écaillage du Kandlkopf. Les marnes de Partnach sont tectonisées, ce qui leur a valu le nom de "Stubener Schiefer" (GUEMBEL 1861). A Rauz une petite écaille de calcaires vermiculés occupe le talus qui surplombe la route ; ils sont légèrement marmorisés par l'effort tectonique. On y observe aussi des mylonites et une microtectonique compliquée.

Dans le noyau de l'anticlinal du Flexen (Aussi anticlinal du Klostertal), les cargneules de la base mésotriasique affleurent à 1.600 m., tandis qu'au lieu-dit Kessel, non loin de la cabane d'Ulm, les séries éotriasiques affleurent à 2.000 m.

Contrairement au levé d'AMPFERER, le versant W du Pfannenkopf n'est constitué que de Muschelkalk alpin. Les formations ladinienes n'interviennent que dans le versant NE de cette montagne. Le Pfannenkopf contient un synclinal à axe NS, qui plisse le versant nord de l'anticlinal du Klostertal à axe EW. Cette structure est probablement due aux mouvements transversaux, souvent observés dans les Alpes du Lechtal.

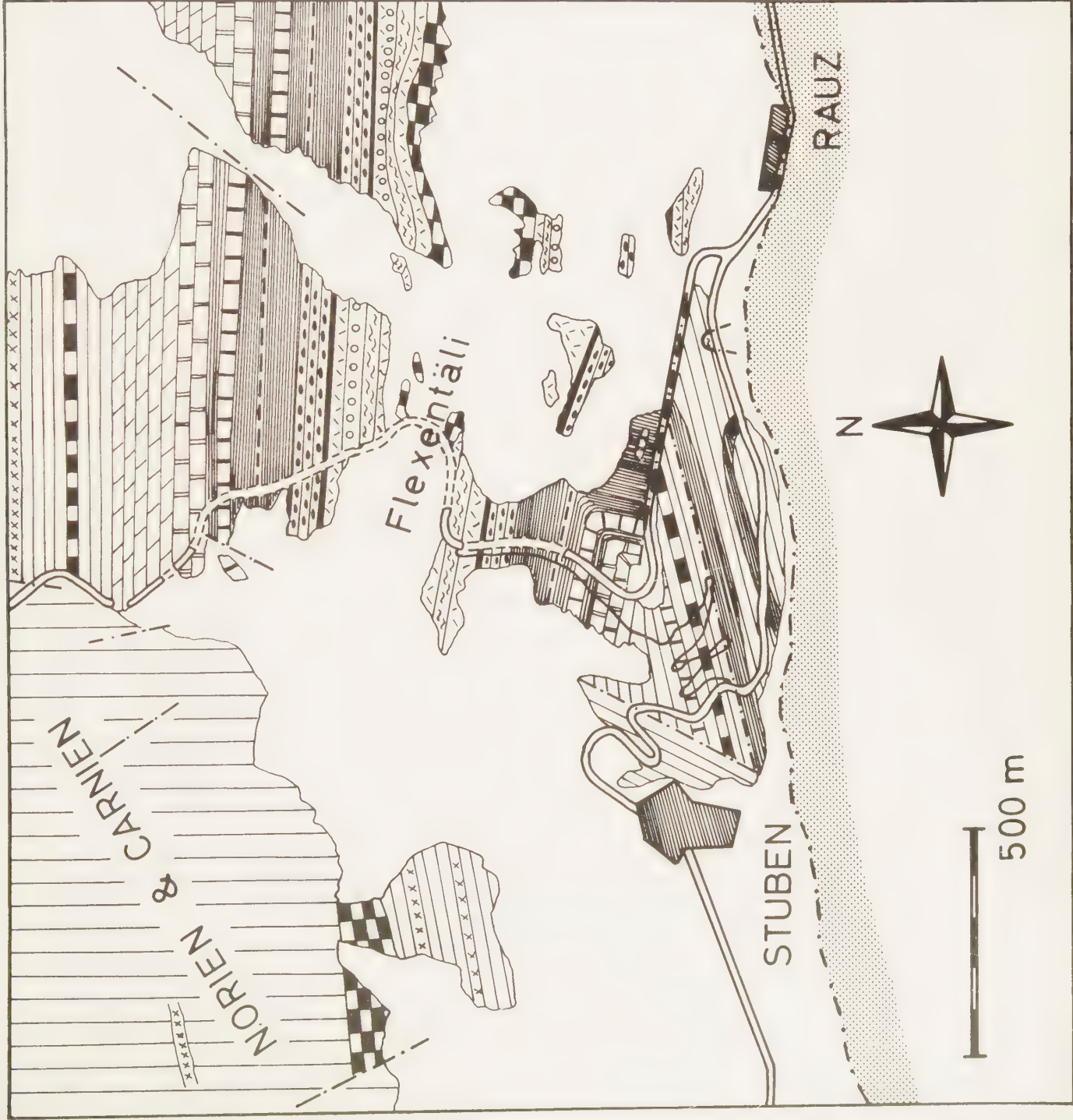
La carte d'AMPFERER indique à plusieurs reprises des marnes de Partnach où il n'y a que des dolomies saccharoïdes foncées, comme sur le versant W du Pfannenkopf, ou encore Auf den Köbel et au Arlenfallkopf, où il s'agit de cargneules carniennes.

La cabane d'Ulm est construite sur des dolomies de Gutenstein. Au NE de la cabane s'étend le paysage lunaire des gypses de l'Eotrias. A l'E de l'Arlberg l'anticlinal du Klostertal se perd dans l'Eotrias-Verrucano. De notre structure méridionale ne persiste que le versant nord, le monoclinale de la Valluga.

Au NW de Rauz quelques flots de Muschelkalk alpin marquent faiblement la persistance du flanc sud de la structure anticlinale.

Coupe du versant sud de l'anticlinal du Flexenpass : (Voir planche coupe II).

La galerie qui couvre la grande boucle de la route est accessible par une échelle métallique. Au Flexentäl affleure la cargneule gris-jaune des couches de la Drossa. En suivant la route vers le sud, et l'ancienne route du Flexenpass jusqu'au lieu-dit de Posteck, on peut étudier le profil ci-dessous :



TRIAS SUPERIEUR

Grès de Raibl

Cycles sup.
cornieule
Cycles inf

Série d'Arberg
Dolomie
Marnes
Calcaire

Couches de Partnach

C. à Daonelles
"Pietra verde"

C. de
Reifling

Entroques
Physoporelles
Calc. vermiculés
Dol. striées

C. de
Gutenstein

Couches de P. la Drossa
cornieules

CRISTALLIN

Failles et Contacts
tectoniques

MUSCHELKALK ALP.

SC. ANISIEN , LADINIEN

CA . NO

COUPE du FLEXEN

Esquisse géologique

Francis HIRSCH

<u>Altitude</u>	<u>Epaisseur</u>	<u>Horizon</u>
m.	m.	
1.610	2,5	(1) cargneule vacuolaire jaune gris-ocre, à débris de roches silicatées.
	1,5	(2) dolomie friable, saccharoïde, gris foncé, rubannée par filons-couche sparitiques parallèles à la stratification en intervalles de 3-5 mm.
	30	(3) calcaire en bancs de 10-40 cm, à surface ondulée et vermiculée. On y observe des nodules de calcaire, pouvant atteindre 3 cm. de diamètre. Entre les bancs des interstices d'argiles jaunes ou brunes donnent à la roche son aspect particulier. Certains de ces bancs contiennent des articles de <u>Dadocrinus gracilis</u> . Au sommet du niveau, on reconnaît des <u>Physoporelles</u> .
	5	(4) dolomie saccharoïde, rubannée, passant à
	30	(5) des dolomies mal litées, friables, bitumineuses, sombres : Réaction très faible à l'acide chlorhydrique dilué (10%). Par leur friabilité, elles menacent le trafic routier. Une galerie protège la route.
	3	(6) calcaire noir, siliceux, en bancs épais. Cet horizon marque la falaise à l'entrée du tunnel. Vers le sommet, il contient des caries.
	3	(7) Niveau à entroques. Contient outre des articles attribuables à <u>Encrinus liliiformis</u> , des Brachiopodes, difficilement extractibles.
	10	(8) Bancs de 5-40 cm. de calcaires fossilifères, concrétionnaires. Patine grise, pâte gris foncé. Vers le sommet apparaissent des rognons de silex. Première apparition du faciès Reifling.
	15	(9) Bancs à rognons de silex. Les bancs peuvent atteindre une épaisseur de 1,80 m. Le calcaire est parcouru d'interstices bien cimentés, de teinte rougeâtre. Le sommet des bancs est couvert de gros rognons en forme d'oignons. De loin, on prend facilement ces rognons pour les ammonites que l'on espère toujours trouver dans cet horizon.
	0,20	(10) Premier niveau de pietra verde, masqué par une végétation touffue.

14	(11)	Calcaires plus clairs que les précédents, contenant des silex et des délités de marnes brunes et de schistes verts. Ces délités n'ont que quelques mm. d'épaisseur.	
0,40	(12)	Second niveau de pietra verde. Roche verdâtre très fine, granoclassée, bien conservée.	
2	(13)	Calcaires à rognons de silex. Bancs de 20 cm.	
0,10	(14)	a. pietra verde feuilletée	} Troisième niveau à pietra verde
0,03		b. calcaire à Daonelles	
0,10		c. calcaire noir recouvert de Daonelles	
0,20		d. pietra verde dure	
0,90	(15)	a. calcaire à silex	
0,05		b. pietra verde feuilletée	
1		c. calcaire à silex	
4	(16)	marnes de Partnach brunes	
1,5	(17)	calcaire à rognons de silex, Reifling.	
90	(18)	marnes de Partnach à <u>Bactryllium</u> , délités durs.	
2	(19)	banc épais de calcaire dur, parcouru de nombreuses veines de calcite. Arlberg.	
50	(20)	marnes de Partnach. Vers le sommet plus calcaires et plus siliceuses, se détachant en ellipsoïdes à cassure conchoïdale.	
20	(21)	calcaires d'Arlberg	
20	(22)	marnes. Elles sont recouvertes par la végétation.	
ca 15	(23)	dolomies claires en bancs épais, mal litées (Arlberg)	
5	(24)	marnes assez dures, de teinte brun foncé.	
ca 20	(25)	calcaires dolomitiques saccharoïdes à la base, plus compacts vers le haut, à teneur variable de silice.	
3	(26)	marnes noires, compactes, dolomitiques	
12	(27)	calcaires noirs	
1,5	(28)	dolomie bitumineuse, friable.	
25	(29)	calcaires et dolomies, recouvertes. Là où ils affleurent, on observe des calcaires à caries (Tournant de la route.)	

1. 540	40	(30) Le profil est très couvert. Les affleurements sont des calcaires. Les pendages varient fortement, nous nous trouvons dans la zone disloquée.
	5	(31) Calcaire à nombreux restes silicifiés de lamellibranches ("lumachelle").
	50	(32) Profil couvert, où affleurent des dolomies, des calcaires et des cargneules.

Au tournant en épingle à cheveux de la vieille route, nous entrons dans les schistes un peu sériciteux de Stuben. Il s'agit des schistes de Partnach, légèrement affectés par l'écaillage du Kandlkopf.

Plus bas, les dolomies appartiennent aux couches d'Arlberg supérieur, que nous décrirons dans le profil suivant. En un endroit, j'ai pu observer des Dasycladées récrystallisées.

Coupe du versant nord de l'anticlinal du Flexenpass (voir profil II, planche hors-texte).

Sur le toit de la galerie du Flexentäli, on peut étudier les calcaires vermiculés, jusqu'au niveau à Physoporelles. En bordure de la galerie, sur la vieille route, affleurent les calcaires à Physoporelles, les calcaires de Reifling et les couches à Daonelles avec leurs cinérites. Avant de rejoindre la route, on peut monter sur le toit de la galerie afin d'étudier le passage des calcaires de Reifling aux marnes de Partnach. Au lieu-dit Hölltobel, où affleurent les calcaires d'Arlberg, on rejoindra définitivement la grande route, afin de suivre le profil à travers les dolomies d'Arlberg et les couches de l'Arlberg supérieures.

Malheureusement, de nouvelles galeries sont ajoutées chaque été, de manière que les conditions d'étude sont variables.

Les alluvions du Flexentäli masquent la base du profil. Nous nous trouvons directement dans les calcaires vermiculés :

0,5	(1) Calcaires vermiculés en bancs de 10-15 cm.
7	(2) Dolomies rebannées, en bancs de 30, 20, 30, 70, 20, 20 cm., de friabilité variable.
40	(3) Calcaires vermiculés, les bancs varient de 10 à 30 cm. Ils sont séparés par des couches argileuses jaunâtres, des pellicules de patine brillante brune et noire. De nombreux terriers traversent la roche. Des caries ne sont pas rares.

Les calcaires vermiculés et les dolomies rubannées alternent trois fois. L'épaisseur totale atteint une cinquantaine de mètres.

Au bout de la galerie, on arrive à une falaise de calcaire noir, dolomitique, à stratification rythmique suivant la définition de B. SANDER. Au bas de la galerie à gauche du tunnel on poursuit :

0,60	(4) Banc calcaire foncé, rythmique, très dolomitique, du microfaciès Gu 3.
1	(5) Banc du même type que le précédent. Faille.
0,5	(3) Calcaires vermiculés.
1	(4) Dolomie rythmique foncée.
1	(5) Plusieurs bancs d'une dolomie comme la précédente.
2,5	(6) Calcaire dolomitique à algues

- 2 (7) Dolomies rythmiques, elles marquent l'angle de la falaise
- 3 (8) Dolomie calcarifère, noire, massive, à algues.
- 3 (9) Calcaire friable, contenant des éléments de crinoïdes, en bancs de 20 à 50 cm, devenant vers le haut plus minces, lenticulaires, avec des intercalations argileuses.
- 4 (10) Calcaire clair, se distinguant des calcaires vermiculés par l'absence de délits d'argile. Microfaciès Gu 4.
- 5 (11) Dolomie saccharoïde, compacte, passant vers le haut à un calcaire dolomitique, spathique.
- 1 (12) Banc à entroques.
Couvert 30 m.
- 15,5 (13) Calcaires de Reifling, à silex vers le haut.
- 0,2 (14) Pietra verde
Daonelles
- 1,60 (15) Bancs calcaires à silex
- 0,10 (16) Pietra verde feuilletée
Daonelles
- 0,10 (17) Calcaire
Daonelles
- 0,20 (18) Pietra verde
- 1 (19) Calcaires de Reifling à silex
- 0,15 (20) Pietra verde
- 0,20 (21) Banc de calcaire de Reifling, siliceux
- 1,5 (22) Marnes de Partnach
- 12 (23) Calcaires de Reifling, masqués par la galerie de l'ancienne route du Flexenpass. Ici on rejoint la nouvelle route couverte.
- 0,4 (24) Marnes avec des lentilles de calcaire à nids de pyrite limonitisée
- 0,2 (25) Nodules de calcaire dans une pâte marneuse
- 4 (26) Marnes de Partnach à Bactryllium schmidii HEER.
- 0,25 (27) Banc de marne dur, noir, de patine jaunâtre, apparaissant en lentilles et en boudins
- 25 (28) Marnes de Partnach, tendres
- 0,4 (29) Marne dure
- 25 (30) Marnes de Partnach, tendres
- 0,5 (31) Banc de marne dure
- 6 (32) Marnes, à nombreuses lentilles plus calcaires
- 0,4 (33) Banc de marne noire, de patine grise
- 5,6 (34) Marnes de Partnach, contenant ça et là des lentilles dures
- 1 (35) Banc massif de calcaire d'Arlberg, gris foncé, spathique, traversé de nombreuses veines de calcite. En haut, nids de limonite. Les marnes suivantes sont ferrugineuses à la base.
- 60 (36) Marnes de Partnach, plus schisteuses et plus noires que les marnes sous-jacentes.
- 20 (37) Calcaire d'Arlberg, portant la plaque commémorative des communes bénéficiaires de la route construite en 1912. Calcaire gris à la base, dolomitiques ensuite, calcaires noirs charbonneux vers le sommet, passant aux
- 20 (38) Marnes du lieu-dit "Hölltobel". Ces marnes tendres sont la dernière récurrence du faciès de Partnach.
- 60 (39) Dolomie d'Arlberg. Cette roche est massive, friable, saccharoïde, gris clair. Malgré sa friabilité elle forme une gigantesque falaise. Vers le haut elle devient plus calcaire et contient des caries. Le sommet devient lité, on y mesure des bancs de plus de 3 m.

Ensuite vient la série des couches d'Arlberg supérieures dont la "courbe lithologique" est représentée dans la Fig. 5 (page 30).

- 1 (40) Petites couches de 5 cm. au maximum de marne dolomitique noire, tendre.
Ce niveau forme une petite ravine.
- 1,2 (41) Bancs de 40 cm. de dolomie noire, siliceuse, de pâte fine.
- 1 (42) Bancs de 40 cm. de dolomie siliceuse grise, spathique, devenant une dolorudite vers le sommet.

- 5 (43) Dolomies calcaires grises claires, mal litées.
- 1 (44) Dolomie noire ou brune à pâte fine en bancs de 10 cm. siliceuse.
- 0,05 (45) Marne noire.
- 2 (46) Dolomie noire, fine, de patine brune, en bancs épais mal définis, passant vers le haut à
- 2 (47) Dolomie claire, diaclastique vers le haut,
- 7 (48) Dolomie siliceuse grise de patine claire, devenant calcaire vers le haut, cariée, mal litée.
- 0,35 (49) Calcaire dolomitique bitumineux, à patine claire et pâte gris-noire.
- 0,35 (50) Même roche de grain plus grossier, plus meuble.
- 1,20 (51) Dolomie de grain fin, calcarénitique, formant saillie.
- 2,60 (52) Même roche dolomitique, massive, siliceuse.
- 0,80 (53) Marne dolomitique noire, tendre.
- 0,30 (54) Marne plus résistante, siliceuse.
- 1 (55) Dolomie siliceuse en bancs de 10 à 25 cm., fine à la base, spathique vers le haut, devenant calcarifère.
- 0,60 (56) Calcaire siliceux noir à petites veines de calcite, en bancs de 10 à 15 cm., contenant des intraclastes et des éléments de crinoïdes.
- 0,5 (57) Niveau à Solénopores. Bancs de 25, 10 et 10 cm., de calcaire noir, un peu dolomitique, contenant quelques caries. C'est un calcaire graveleux à lumachellique, contenant des pseudo-oolithes, des débris de crinoïdes et des rhodophycacées. Bon niveau repère. Microphotographie 8. Un horizon analogue est décrit par H. MILLER (1960) dans le Wettersteingebirge.
- 0,7 (58) Calcaire siliceux noir, micritique.
- 0,25 (59) Calcaire micritique clair.
- 2,5 (60) Calcaire friable, saccharoïde, d'abord en petits bancs, ensuite non lité, à grosses caries. Tendance vers la cargneule. Vers le sommet cet horizon devient plus dur et plus siliceux.
- 1 (61) Deux bancs de dolomie noire, passant à
- 1 (62) Calcaire noir, plus clair vers le haut.
- 1,5 (63) Dolomies saccharoïdes, cariées.
- 2 (64) Dolomies plus dures que les précédentes, mal litées
- 0,4 (65) Dolomie bitumineuse, claire.
- 0,6 (66) Dolomie grise foncée, fine, cariée, redevenant plus claire au sommet.

Dans les bancs 63-66 les surfaces de couches sont très irrégulières, la stratification est généralement peu apparente. La pâte est compacte et siliceuse, elle contient localement des caries.

- 4 (67) Calcaires en bancs de 20 à 40 cm. alternant avec des couches de marne de 5 cm. Les calcaires sont rythmés. L'épaisseur des bancs augmente vers le sommet. Le dernier banc, 20 cm., est carié.
- 1,5 (68) Marnes schisteuses, noires et brunes, délavées par l'eau de la petite gorge qu'un pont franchit en cet endroit.
- 0,6 (69) Dolomie claire de pâte fine, alternant avec des intercalations marneuses. Les bancs dolomitiques ont environ 15 cm.
- 1,5 (70) Dolomie gris-foncé, mal litée, cariée.
- 1 (71) Dolomie en plaquettes de 2 cm., à interstices rugueux. Vers le haut les plaquettes s'épaississent et deviennent des bancs de 20 cm. La roche est claire et de grain fin.
- 1 (72) Bancs de dolomie siliceuse, mal litée.
- 7 (73) Dolomie bitumineuse, devenant plus claire vers le sommet. Contient vers le haut des caries et des bancs calcaires. Bancs épais et mal individualisés. La roche est tantôt plus compacte et plus sombre, tantôt plus tendre, claire et cariée
- 1,4 (74) Banc de dolomie, dur, clair, de pâte fine, devenant plus foncé, plus grossier de grain et plus calcaire vers le sommet. Caries abondantes au sommet.
- 1,2 (75) Dolomie cariée.
- 0,8 (76) Bancs dolomitiques de 10 à 20 cm., à intercalations de marnes bitumineuses.

Ce banc contient une surface portant des fentes polygonales de dessiccation.

Avant les travaux de 1965 aux galeries et tunnels, le tunnel (encore clairement visible sur la carte) avait son entrée dans les alternances de dolomies et marnes suivantes. Au-dessus du tunnel il y a une faille qui provoque une répétition dans le profil, le long de la corniche qui contourne le tunnel. Durant l'été 1965, le tunnel a été allongé de chaque côté d'une galerie.

- | | |
|----|--|
| 50 | (77) Alternances de dolomies, calcaires cariés et marnes dolomitiques. Cette série contient une vingtaine de cyclothèmes. Certaines marnes sont plus claires, mouillées elles deviennent une glaise ocre. |
| 20 | (78) Dolomies à sédimentation rythmique, alternant avec des couches bitumineuses friables. Sparites grossières. |
| 20 | (79) 7 cycles de ca 80 cm. de marnes et de 1,5 à 3 m. de dolomie foncée. Vers le sommet de la série les marnes deviennent plus schisteuses. |
| 40 | (80) 7 cycles de dolomie et de dolomie bitumineuse. Le dernier banc dolomitique détermine une puissante falaise, qui forme un rocher à gauche de la route, tandis que la zone bitumineuse supérieure est cargneulisée et produit une dépression qu'utilise un torrent. |

Ces cyclothèmes sont suivis d'une centaine de mètres de calcaires et de dolomies. Quelquefois on y observe une sédimentation rythmique et des granoclassements, tandis que dans d'autres cas il y a des bancs de micrites dont le sommet est remanié, ces micrites sont alors surmontées de microbrèches monomictes dont les composantes proviennent de la micrite sousjacente.

Ensuite on atteint le petit pont naturel, où affleure le grès et les schistes gréseux des couches de Raibl.

Au-dessus des grès de Raibl suivent des dolomies ainsi que la brèche dolomitique, communément appelée "brèche de base" de la dolomie principale. (Hauptdolomit).

A l'est du Flexenpass une coupe analogue à la précédente est visible dans le monoclinal de la Valluga. Au Grossguggis, on peut effectuer l'ascension du versant, que domine le Ochsenbodenkopf.

Coupe Grossguggis - Ochsenbodenkopf : (808000/225200).

Dans les ravins affleure la base du Muschelkalk alpin. Pendage 70° vers le N.

m.	m.	
1.835	15	(1) Brèche cargneuliforme de dolomies spathiques, à matériel détritique. (Dr 1).
	3	(2) Calcaire marneux, vermiculé au sommet. Les bancs sont minces, la pâte est siliceuse et les surfaces des couches sont recouvertes de séricite. Microfaciès Dr 3.
	1	(3) Calcaire blond, jaune-crème, micritique.
	5	(4) Calcaires vermiculés, variation claire. (Gu 2).
	2	(5) Calcaires se débitant en plaquettes.
	3	(6) Dolomies et cargneules, passant à des calcaires vermiculés clairs. (Gu 1 - Gu 2).
	4	(7) Dolomies rubannées (Flammendolomit). (Gu 1).

La coupe à travers le Muschelkalk alpin reflète assez exactement celle que nous avons étudiée au Flexenpass. On y trouve les mêmes alternances de calcaires vermiculés et de dolomies que dans le versant nord de la coupe II. Les alternances de marnes de Partnach et de calcaires de Reifling observent la même succession, tout comme plus haut les marnes de Partnach et les calcaires de l'Arlberg. Ces calcaires de l'Arlberg, ainsi que les dolomies mieux litées, ont les mêmes puissances qu'au Flexenpass, mais elles contiennent plus de silice, tant en réseaux qu'en rognons de silex. Dans la série des couches de l'Arlberg supérieur on retrouve le banc à solénopores, accompagné d'autres bancs graveleux et de lumachelles. Finalement, au sommet des cyclothèmes qui contiennent nombre de traces d'algues recristallisées, on trouve un horizon de marnes contenant des restes de végétaux. Ce niveau qui marque vraisemblablement ici la base de la formation de Raibl, est suivi de dolomies et de cargneules. Le grès de Raibl se trouve faiblement discordant sur ce substratum, on y observe une stratification croisée.

Après la traversée de la formation de Raibl avec ses cargneules, ses dolomies et ses marnes, on atteint le sommet du versant. On peut ensuite rejoindre la route du Flexenpass en suivant la dépression, due aux roches tendres de la formation de Raibl.

III. LA REGION DE LECH.

Cette région a fait l'objet de la thèse de STENGEL-RUTKOWSKI (1960 et 1962).

En amont de Lech, le Zürserbach traverse le versant nord du synclinal du Spullersee. A l'W de ce torrent, sous la Gstütt Alpe, les couches d'Arlberg supérieures contiennent des minéralisations, comparables au Metallifero des Alpes Méridionales.

A l'E du torrent, sous la Schaf-Alm, c'est-à-dire au SE de la localité de Lech, le Ladinien moyen contient d'importantes masses d'andésites, découvertes par AMPFERER (1930) et dont l'analyse pétrographique a été faite par HAMMER (1930) et STENGEL-RUTKOWSKI (1960)

En aval de Lech, les c. de Gutenstein affleurent dans le lit de la Lech, au-dessus du chevauchement, près de Unter-Stubenbach, tandis que dans le Walkerbach, au lieu-dit Tannegg, on peut étudier les calcaires de Reifling. A l'E du Walkerbach, entre Stockleiten et Schlucht, les calcaires d'Arlberg contiennent des gazons d'algues, véritables biolithites.

En amont de Lech, vers Zug, le Muschelkalk alpin affleure encore une fois avant que l'on ne quitte les dernières maisons.

Au N de Lech, au Kriegerhorn et à Oberlech, on trouve également des andésites et des tufs du Ladinien moyen.

Nous verrons dans le Muschelkalk alpin des imbrications du faciès septentrional et du faciès central (voir aussi la carte, fig. 4).

Le profil de la planche hors-texte a été construit à l'aide des coupes décrites plus bas, ainsi qu'à l'aide des descriptions de STENGEL-RUTKOWSKI (1960).

Profil du Ladinien moyen dans le Krachtobel.

m.	m.	
1.530	2	(1) Dolomies claires, dolosparites et dolosparudites de patine blanche, légèrement bitumineuses, en bancs épais mal individualisés.
	1	(2) Dolomie siliceuse de patine plus foncée, dolosparite, passant à
	7	(3) Dolomies de grain plus grossier.

5	(4) Dolomies à patine grise-jaune, en bancs plus minces, bien lités.
35	(5) Dolomies grises, de patine grise, compactes ou spathiques, localement siliceuses.
10	(6) Calcaire d'Arlberg, noir bleuté, de patine grise, en bancs de 20 à 60 cm., à veines de calcite. Par endroits dolomitique, localement siliceux.
9	(7) Dolomies grises.
0,7	(8) Horizon constant de tufs, mais d'épaisseur variable.
4	(9) Dolomies grises, saccharoïdes, à petites caries.
0,8	(10) Tufs, répartis en lentilles, et s'imbriquant latéralement dans les dolomies.
15	(11) Dolomies saccharoïdes.
1	(12) Tufs s'imbriquant avec les calcaires et les dolomies (horizon très ferrugineux).
20	(13) Dolomies grises et calcaires bleutés, en bancs de 30 cm., devenant très dolomitiques.
25	(14) Masse principale des laves andésitiques, des tufs et des cendres volcaniques. Imbrications latérales avec des calcaires.
5	(15) Calcaires et dolomies en bancs de 10 à 50 cm., faisant saillie.
2	(16) Dolomie claire.
3	(17) Calcaires bitumineux.
10	(18) Bancs épais de calcaires noirs siliceux.

1.690

Falaise infranchissable.

Ce profil est en bordure de la masse éruptive principale. Au NE dans la même montagne, les andésites atteignent facilement une centaine de mètres.

Sous la masse éruptive on peut récolter divers types de ces roches, laves, bombes et agglomérats.

Les couches de Reifling de Tannegg.

Les couches de Reifling de la région de Lech ne contiennent que des calcaires de Microfaciès Re 1. Ils contiennent des silex, mais les cinérites n'apparaissent nulle part.

Les ammonites récoltées par AMPFERER (1930) et STENGEL-RUTKOWSKI (1960 et 1962), appartiennent à l'Anisien supérieur. Des conodontes, seule Gondolella navicula HUCKRIEDE est représentée.

Ainsi il paraît évident qu'à Lech il n'y a pas de couches de Reifling d'âge ladinien, comme dans les coupes plus méridionales, mais que nous nous trouvons déjà dans la zone septentrionale des faciès du Muschelkalk alpin. Les marnes de Partnach envahissent la région de Lech au début du Ladinien, tandis qu'au Flexenpass il ne remplaceront les calcaires de Reifling qu'au courant du Ladinien inférieur. Nous verrons que des conditions analogues existent dans la région de Reutte.

Coupe des couches de Gutenstein en amont de Stubenbach (Lechschlucht).

La base du Muschelkalk alpin est tronquée, et sur les couches jurassiques de la zone tectonique (1) nous avons directement :

m.	m.	
1.410	5	Calcaires vermiculés à nombreux <u>Rhizocoralium</u> , petits gastéropodes, et articles de <u>Dadocrinus gracilis</u> . Les calcaires assez sombres et bitumineux alternent avec des dolomies.
	20	Dolomies en bancs de 20 à 50 cm., foncées et spathiques. Vers le haut, les dolomies deviennent plus siliceuses et l'épaisseur des bancs augmente.
	10	Calcaires sombres, micritiques à débris de crinoïdes
	5	Dolomies fortement plissées, passant à des calcaires.
1.450	2	Horizon à Entroques.
	ca 5	Calcaires de Reifling, fétides. Ensuite le profil est couvert.

A la sortie de Lech vers Zug, nous retrouvons encore des calcaires vermiculés, noirs et fétides, à nombreux articles de Dadocrinus, ainsi que des dolomies spathiques.

II. LA COUPE DU SCHINDLER.

En montant de Rauz vers la cabane d'Ulm, par le Valfagehrtal, on a à sa droite le Pfannenkopf.

En parcourant le Pfannenkopf on peut reconstituer la succession suivante :

- cargneule inférieure, détritique
- dolomie à plans de couches micacés (microfaciès Dr 3)
- dolomies cendrées
- calcaires vermiculés
- niveau à Physoporelles
- dolomie à Entroques
- pietra verde, atteignant 3-4 m. par bourage de couches
- schistes de Partnach noirs, lustrés, séricitisés.

Peu avant la cabane on peut étudier l'Eotrias et le "Verrucano".

Au N-E de la cabane d'Ulm s'étendent les gypses feuilletés de l'Eotrias supérieur. Par suite de mouvements diapiriques, les cargneules associées se retrouvent jusqu'au petit col, où s'élève le pylône du téléphérique de la Valluga.

Plus bas que la cabane, au SE de celle-ci, on peut commencer l'escalade de l'arête qui mène au Schindlerspitz. (Profil IV de la planche).

m.	m.	
2.270	10	(1) Calcaires vermiculés, se débitant en plaquettes, légèrement marmorisés, gris-bleu-blanc, à délits brun-jaunes. Vers le haut interviennent des délits plus foncés avec des silex.
	10	(2) Les délits deviennent siliceux et d'un noir brillant. Les calcaires sont gris. Vers le sommet un délit de 3 à 5 cm. est gréseux, vraie récurrence du faciès Bunt-sandstein, à débris végétaux.
	10	(3) Calcaires vermiculés comme plus bas à silex assez nombreux. Les calcaires sont clairs. Croûtes de silice.
	20	(4) Eboulis. Sous les éboulis on voit des dolomies saccharoïdes foncées. Bande de 3 m. de calcaires vermiculés, ensuite des dolomies jusqu'au sommet de l'horizon.
	2	(5) Calcaires vermiculés.
	20	(6) Calcaire assez foncé, lité à la base, fortement crevassé vers le haut et formant falaise.
1.350	10	(7) Calcaire à délits schisteux charbonneux ou rouge; les calcaires marneux mesurent 5 à 10 cm., les marnes 2 à 3 cm. Ils sont riches en éléments de crinoïdes. Il s'agit de l'horizon équivalent à l'horizon à Entroques.
	10	(8) Calcaires crevassés formant falaise.
	5	(9) Calcschistes à débris de crinoïdes.
	7	(10) Calcaires à intraclastes.
	3	(11) Calcschistes.
	1	(12) Dolomie saccharoïde.
	1	(13) Dolomie en plaquettes.
	10	(14) Dolomie spathique (Entroques) fine.
	10	(15) Calcaire gris très foncé. La base est couverte par des éboulis. Il est bien lité,

les surfaces des couches sont un peu ondulées. Ces calcaires marneux sont riches en débris organiques comme éléments de crinoïdes et petites valves de lamellibranches.

2.400	10	(16) Calcaires à silex, un peu rosés, plus clairs que les calcaires sousjacents. Bien lités.
	40	(17) Schistes de Partnach fortement tectonisés, la silice est concentrée en boudins de quartz, plissés à leur tour.
	20	(18) Calcaires à petits nodules et à silex, vers le sommet en plaquettes.
	7	(19) Dolomie spathique foncée, à caries vers le haut.
	8	(20) Calcaires gris clair, très fins, micritiques, aussi cariés vers le sommet.
	5	(21) Calcaires en plaquettes, un peu vermiculés, avec quelques caries.
	15	(22) Dolomies grises, cargneulisées localement.
	18	(23) Calcaires gris clair, à surfaces ferrugineuses par endroits et cargneules au sommet.
	15	(24) Brèche dolomitique. La stratification est encore reconstituable. Ce sont des dolomies bitumineuses, rythmiques, d'un aspect très semblable au Hauptdolomit.
	5	(25) Dolomies foncées, un peu siliceuses.
	10	(26) Brèche dolomitique identique à (24).
	10	(27) Dolomies bitumineuses, rythmées. Restes douteux d'Algues.
	15	(28) Brèche dolomitique, surmontée de dolomies. Eboulis.
	5	(29) Dolomies jaunâtres, graveleuses et lumachelliques équivalent du banc à Solénopores.
	14	(30) Dolarénites grossières en bancs de 20 à 30 cm. avec des intercalations de plaquettes. Cette roche est pseudo-oolithique.
	7	(31) Même type de roche, on entrevoit une stratification croisée. Brèches d'écroulement et " slumps".
	12	(32) Dolomies en bancs épais, très bitumineux. Restes indéterminables d'algues.

10	(33)	Dolomicrites jaunes avec des restes schisteux sur les surfaces. Eboulis.
10	(34)	Dolomies bitumineuses en bancs minces.
20	(35)	Bancs épais de dolomies gris clair, parfois ferrugineuses, légèrement rythmées; rares fragments de lamellibranches. Petite brèche thixotropique cargneulisée.
40	(36)	Bancs gigantesques, massifs de dolomie claire, contenant par endroits des gastéropodes. Wettersteindolomit.
40	(37)	Epaisses falaises de dolomie grise, bitumineuse, à Algues indéterminables vers le sommet.
	(38)	Grès et schistes de Raibl.

V. LA REGION DU KRABACHJOCH.

Pour l'étude du Trias moyen nous avons les coupes suivantes : Trittwangkopf, Edlespitz, Gsteinspitz, Schwarzer Kranz. Sous les Untere Griestöbler et au SE de Erlerjoch on peut également poursuivre le Mésotrias.

Les coupes suivantes ont permis de construire le profil V de la planche hors-texte :

Coupe de la Edlespitz du petit col, alt. 2.580 m. en suivant l'arête jusqu'à l'Erlerjoch.

m.	m.	
2.580	5	(1) Cargneules détritiques, jaunes et brunes microfaciès Dr 1.
	5	(2) Dolomies à Dadocrinus, à détritits de quartz et de mica. Microfaciès Dr 2.
	5	(3) Dolomies ankéritisées à grains de quartz anguleux pouvant atteindre 1 mm. de diamètre et répartis en fines couches, dans les bancs de dolomie. On trouve en cet endroit des restes de sidérose, cette localité ayant été exploitée jadis. Parfois on rencontre des articles de Dadocrinus, minéralisés.
	10	(4) Calcaires vermiculés, dolomitisés et fortement siliceux.
	12	(5) Calcaires vermiculés dolomitisés, passant à des dolomies à rognons de silex noirs. Cet horizon à silex est mis à nu au NW du petit col, et s'étend sur toute la crête.

	3	(6) Dolomies de grain grossier, minéralisées; surfaces de couches ondulées.
	10	(7) Dolomie claire, très gros bancs dépassant 1 m. Cette roche est siliceuse et cariée.
2.625	7	(8) Dolomie siliceuse contenant des horizons de cinérites. La pietra verde se confond avec la dolomie.
	11	(9) Dolomie claire, à nombreux silex à la base. Egalement mise à nu, cette surface s'étend sur de larges étendues. On y trouve des fragments de <u>Daonella sp.</u> , <u>Encrinurus sp.</u> et des traces de subsolution. Celle-ci a détruit les ammonites, dont on ne voit plus que des fantômes. Les silex deviennent plus rares vers le sommet. La patine de la roche est blanc-crème.
	70	(10) Schistes de Partnach, de patine brun clair, noirs à l'état frais, siliceux. En coupe mince on y observe des minéraux de néoformation : séricite et chlorite. Dans la coupe du Schindler (Coupe IV horizon 17) nous avons vu des schistes fortement tectonisés, où le quartz se trouve en boudins. Nous voyons ici l'indice d'un charriage post-métamorphique de l'unité d'Inntal. La roche est fortement étirée dans le plan de la stratification. Le quartz s'y trouve en lentilles allongées.
	1,10	(11) Deux bancs de calcaire contenant des spicules de spongiaires. Ce banc est localement plus épais et se laisse poursuivre de manière constante du Erler-Joch vers Erler-Alm. Calcaire de Partnach-Arlberg.
	50	(12) Schistes de Partnach à lustre noir brillant.
ca	40	(13) Schistes gréseux de Raibl. (14) Brèche dolomitique cargneulisée, grise : Raibl.

Les couches de la formation de Raibl atteignent plus de 350 m. dans l'échelle supérieure du Krabachjoch. Elles contiennent des couches de calcaire fossilifères et des bancs de dolomies jaunes, bien visibles de loin. Ces bancs jaunes se retrouvent au-dessus des schistes qui forment la base de l'échelle du Fallesin.

Coupe du versant SW du Trittwangkopf.

A partir du chemin du col de Krabach vers Zürs, un couloir permet l'ascension et le levé du profil suivant :

m.	m.	
2.210	10	(1) Dolomies minéralisées, en banc épais, mal individualisés.
	5	(2) Dolosparites grises, non minéralisées.
	3	(3) Dolomies rubannées, à stratification rythmique de l'ordre millimétrique. On observe des glissements et des plissements contemporains de la sédimentation.
	25	(4) Dolomies légèrement minéralisées en bancs épais. Au sommet de la série la sidérose est concentrée en petits ellipsoïdes de 3 à 4 mm.
2.250	10	(5) Dolomies, localement calcarifères, à rognons de silex, minéralisées. Entre les bancs on observe des délits de marne de 3 à 5 cm.
	10	(6) Dolomies siliceuses blondes, sans silex.
2.270	5	(7) Dolomies claires à silex en bancs de 10 à 30 cm.,
	1	(8) Schistes de Partnach contenant une mince couche de cinérites.
	15	(9) Dolomies à silex, à intercalations argileuses. Une partie de ces intercalations est probablement d'origine cinéritiques.
2.290	ca 40	(10) Marnes de Partnach brunes.
2.350	1	(11) Dolomie siliceuse.
	1	(12) Marne de Partnach, contenant de gros nodules de calcaire baignant dans une pélite fossilifère de teinte rougeâtre. Microfaciès Re 3.
	3	(13) Calcaire siliceux à rares silex. Dans la pâte on observe par endroits des spicules de spongiaires.
au moins	30	(14) Marnes de Partnach, ayant dans la partie inférieure un banc d'environ 20 cm. très ferrugineux.

Dans les schistes de Partnach bruns qui bordent le sentier du Krabachjoch vers Lech, un horizon de tufs acides apparaît dans une position exceptionnelle. MUTSCHLECHNER (1953, p. 392) avait déjà remarqué ce tuf à cristaux de quartz, de plagioclase et de biotite.

Au sommet du Trittwangkopf, on observe à nouveau l'horizon à nodules de calcaire dans la pâte pélitique marneuse. On y trouve des fragments de Daonelles. Microfaciès Re 3.

La cabane de Stuttgart est construite sur des calcaires du Ladinien. Un peu en-dessous de la cabane vers le SE, on peut étudier cette série de roches carbonatées en alternances avec les pélites.

- marnes de Partnach
- 1 m. de marnes de Partnach contenant des nodules de calcaire dans une pâte rougeâtre
- 3 m. de calcaire en bancs d'un mètre, ne reposant pas en concordance sur le sousjacent. Il est difficile de juger si cette discordance est stratigraphique ou tectonique. Le calcaire du banc supérieur est identique au calcaire de Partnach-Arlberg, qui entrecoupe les marnes de Partnach de l'arête de l'Edlespitze, et qui contient des spicules de Spongiaires.

Dans le vallon de Krabach on peut étudier la coupe suivante :

Vallon de Krabach - Gsteinspitz - Schwarzer Kranz.

m.	m.	
2.060	5	(1) Cargneule ocre à grains de quartz avec de gros composants bréchiques.
	5	(2) Calcaires dolomitiques en plaquettes.
	6	(3) Calcaires vermiculés à surfaces de couches micacées. Beaux ripple-marks.
	5	(4) Calcaires vermiculés.
	3	(5) Dolomies à Dadocrinus.
	2	(6) Calcaires rythmés à Algues.
	1	(7) Dolomies gréseuses à quartz et micas, grises.
	10	(8) Dolomies gris foncé à surfaces marneuses.
	1	(9) Dolomie contenant beaucoup de quartz pouvant atteindre 2 mm. de diamètre. Micro-faciès Dr 2.
	60	(10) Dolomies à Dadocrinus à pellicules d'argile entre les bancs. Plus siliceuses vers le sommet.
Alt. 2.170		(11) Marnes de Partnach bruns, au moins 20 m. (l'épaisseur de ce niveau n'est pas connue à cause des chevauchements dans les marnes).
	25	(12) Dolomies à rognons de silex, à bancs calcaires. Cet horizon contient 15, 5 et 40 cm. de pietra verde, dure et bien conservée.
	10	(13) Dolomies et calcaires à silex.
	ca 20	(14) Schistes de Partnach bruns et noirs.

2	(15) Horizon à nodules de calcaire dans une pâte marneuse.
2	(16) Calcaires à silex d'Arlberg.
5	(17) Marnes de Partnach.
1	(18) Horizon marneux à nodules de calcaire.
2	(19) Calcaires à silex du type Arlberg.
60	(20) Schistes de Partnach noirs.
Vers 2.400	(21) Schistes gréseux et bancs de grès de la formation de Raibl.

VI. LE STANZERTAL ENTRE ST. ANTON ET SCHNANN.

La coupe a été construite à l'aide de levés de terrain en divers endroits de cette partie du monoclinale de la Valluga et en utilisant la carte et les profils de FELLERER (1964).

Au-dessus d'un Muschelkalk alpin, pareil à celui du Flexenpass, suivent des marnes de Partnach. Ensuite vient l'imbrication des faciès d'Arlberg et de Wetterstein. A l'W de la ligne Stanskogel-Vadiessen, les faciès d'Arlberg prédominent, tandis qu'à l'E de cette ligne des bancs de calcaires clairs du faciès Wetterstein se développent. Nous pouvons observer à 1.850 m. à l'E du Vadiesentoble des bancs de calcaires d'Arlberg, contenant Diplopora annulata, et tout de suite au-dessus, les marnes de Partnach n'étant pas épais, des calcaires du Wetterstein en gros bancs. Plus à l'E, le faciès des calcaires du Wetterstein semble commencer déjà dans les calcaires à silex du Ladinien inférieur.

VII. LA HAUTE VALLEE DE KAISERS.

Dans la haute vallée de Kaisers, au-dessus du chevauchement du même nom affleure le profil suivant, d'abord dans le torrent, ensuite sur le sentier de Kaiserjoch. Finalement on peut le poursuivre dans le versant de la haute vallée de Kaisers qui se trouve sous le lac de Kridlon.

Coupe de la Jägerlärche (Profil VII a de la planche h. -t.)

Dans le torrent :

m.	m.	
	20	(1) Dolomies saccharoïdes noires, mylonitisées à la base.
	15	(2) Calcaires compactes, tectonisés, à surfaces charbonneuses.
	5	(3) Calcaires dolomitiques fins, spathiques, gris et noirs.

1.800	8	(4) Calcaires noirs, vermiculés à intercalations marneuses et charbonneuses. Eléments de <u>Dadocrinus gracilis</u> .
-------	---	---

Sur le Sentier :

	13	(5) Calcaires de Reifling à rognons de silex.
1.870	30	(6) Marnes de Partnach, schisteux, noirs.

Dans le fond de la vallée, sous le Kridlonsee :

1.950	ca 30	(6) Marnes de Partnach.
	3	(7) Gros bancs de calcaire gris, de patine jaune-brun, fétides, passant vers le haut à des calcaires marneux foncés à nodules.
	27	(8) Marnes de Partnach.
	6	(9) Calcaires à silex allongés, calcaires gris-clair, bleutés. Veines de calcite. Les silex varient latéralement en nombre et en grandeur.
	40	(10) Marnes de Partnach, schisteux, noirs.
		(11) Base de la formation de Raibl, avec des schistes gréseux et de petits bancs de grès.

Coupe du Seejöchl (Profil VIIb de la planche h. -t.).

m.	m.	
2.480	2	(1) Arkose.
	3	(2) Cargneule détritique fine.
	15	(3) Dolomies en plaquettes de couleur grise à pourpre, contenant des bancs d'un mètre de dolomie à quartz grossier de microfaciès Dr 2.
	15	(4) Dolomies en plaquettes et en bancs de 30 cm.
	5	(5) Dolomies à <u>Dadocrinus gracilis</u> .
	15	(6) Dolomies en plaquettes à Dadocrinus.
	1	(7) Dolomies en plaquettes, vermiculées.
	10	(8) Dolomies en gros bancs, quartzeux à la base, et siliceux au sommet. Restes douteux d'algues.

	10	(9) Dolomies en plaquettes à délits schisteux noirs. Certains bancs ont des traces de vermiculations. Au sommet, banc spathique noir.
	30	(10) Dolomies en couches très minces, à surfaces ondulées, avec un horizon à petits silex. Ensuite viennent des dolomies en gros bancs, gris, massifs, siliceux.
	30	(11) Dolomies en plaquettes et dolomies grises siliceuses, en bancs épais vers le sommet.
	10	(12) Dolomies très siliceuses, rosées, rougeâtres à délits schisteux, argileux. Silex. Patine jaune.
	25	(13) Schistes noirs, rouillés, à bancs dolomitiques de patine jaune en lentilles minces et plissées. Certains de ces lits sont ferrugineux et fort pareils à ceux qui se trouvent au Trittwangkopf (horizon 14, p. 55).
2.550	15	(14) Dolomies claires à silex.

VIII. LE STANZERTAL DE FLIRSCH A STRENGEN

Le profil de la planche a été construit à l'aide d'observations personnelles, ainsi qu'à l'aide de la carte et des descriptions de HUCKRIEDE (1959).

Entre Schnann et Flirsch aucun bon affleurement n'existe. Au-dessus de Flirsch s'élève la Blankspitz, qui est la montagne la plus occidentale construite de calcaires récifaux de Wetterstein. En y montant par Stall, on traverse le Muschelkalk alpin et les marnes de Partnach. Dans les couches inférieures SKUPHOS (1894) récolta Myophoria costata et Modiola böhmi, tandis que plus haut on trouve Dadocrinus gracilis et Physoporella sp. On y trouve également un calcaire friable rose, probablement issu d'une recristallisation due à des eaux séléniteuses en provenance des roches sulfatées qui se trouvent dans les couches de la Drossa sousjacentes.

Si l'on monte de Flirsch Grisse à Rote Riefle on atteint la région du Zahnköpfl et du Simmelkopf, sous la Eisenspitze.

Au Zahnköpfl on a :

	m.	
	10	(1) Calcaires gris, siliceux, vermiculés, bitumineux.
	15	(2) Calcaires mal stratifiés, plutôt massifs, à Physoporelles.
	6	(3) Calcaires à Entroques.
	16-20	(4) Calcaires à rognons de silex. Le type de stratification de ces calcaires est celui des couches de Reifling, alors que le caractère de la roche elle-même ressemble à celui des calcaires du Wetterstein.

Sous le Simmelekopf on observe :

m.	
15	(5) Cargneules jaunes, mylonitiques.
5	(6) Micrites grises à bancs lumachelliques.
3	(7) Calcaires à silex clairs.
0,2	(8) Schistes verdâtres, cinérites ?
4	(9) Calcaires à silex passant au sommet et latéralement à
15	(10) Brèches de calcaires et dolomies claires. Faille.

A l'W de cette faille nous observons sous le calcaire du Wetterstein du Simmelekopf :

ca 20	(11) Marnes de Partnach dures, rappelant les Splinter-shales des Alpes Bergamasques, et passant latéralement à des calcaires clairs du genre Wetterstein, mais pouvant contenir des parties marneuses, avec des nodules de calcaire. Au contact de marnes et de calcaires on observe des couches ferrugineuses, pareilles à celles du Trittwangkopf (horizon 14) et du Seejöchl (horizon 13)
-------	--

Au-dessus des marnes et des calcaires de "Partnach" les bancs s'épaississent et passent à des calcaires massifs, coralligènes de Wetterstein.

REGIONS LIMITOPHES.

IX. LA REGION DE REUTTE-LECHASCHAU (voir planche H. -T.).

Dans les carrières de Lechaschau "Am Rohne" et sur le chemin de Frauensee nous pouvons étudier le profil suivant :

m.	
5	(1) Dolomies bitumineuses grises, mal litées, à caries; dolomies plus claires, saccharoïdes.
15	(2) Dolomies bitumineuses, mal litées, en bancs épais, un peu siliceuses. Les 5 m. supérieurs passent graduellement à
5	(3) Calcaires fins, gris moyen, peu de vermiculations, surfaces noires, brillantes. Légèrement siliceuses.
10	(4) Dolomies cariées.
5	(5) Calcaires vermiculés à pellicules graphiteuses.

15	(6) Calcaires vermiculés, horizons cariés et horizons rythmés. Délits graphiteux et stylolithes bitumineux. Dans les calcaires vermiculés un peu dolomitiques, on trouve des manchons d'algues, de petite taille, pouvant être des Anisoporelles.
10	(7) Dolomies cariées passant latéralement à des calcaires cariés. Vers le sommet on trouve des Physoporelles dans des calcaires clairs.
10	(8) Dolomies saccharoïdes, spathiques.
30	(9) Calcaires bitumineux, à surfaces ondulées, boudinés, siliceux et contenant des rognons de calcaire. Riche faune de Brachiopodes dans les calcaires à délits argileux. Dans le tiers supérieur on rencontre de rares silex. Au sommet on peut récolter <u>Coenothyris vulgaris</u> et <u>Tetractinella trigonella</u> . Une faune de Céphalopodes est décrite par BEYRICH 1856 et mentionnée par AMPFERER 1924.
5	Couverts.
10	(10) Calcaires spathiques, à Brachiopodes, et brèche à encrines et à débris d'oursins (microfaciès Re 1 E).
40	(11) Marnes de Partnach. AMPFERER (1924) décrit à la base de ce niveau : "und endlich eine schmale Lage eines zähen, grauen, rötlich braun bis gelb verwitterten feinen Sandsteins". Cet horizon, aujourd'hui couvert, ne peut être que la pietra verde !
3	(12) Bancs de calcaire clair, à silex.
ca 100	(13) Marnes de Partnach contenant encore un banc de calcaire clair, comme le précédent. (14) Calcaires massifs, beiges, crèmes et gris du Wetterstein.

X. LA REGION DE LA HEITERWAND.

O. KRAUS (1964) a découvert dans le Fundaisbach près de Boden (6 km à l'W de Steinjöchl, Heiterwand) une série de Muschelkalk alpin, comprenant environ 150 m. de calcaires, de dolomies et de calcaires dolomitiques à silex. Dans le massif de la Heiterwand, on ne retrouve au-dessus du chevauchement que le sommet du Muschelkalk alpin avec des calcaires beiges à nombreux rognons de silex. La coupe du Steinjöchle décrite ci-dessous est représentée sur la planche hors-texte.

Coupe du Steinjöchle (au-dessus des couches d'Allgäu) :

m.	
1,5	(1) Mylonite dolomitique
ca 15	(2) Calcaires siliceux et bitumineux
10	(3) Calcaires rosés, clairs, à petits silex en bancs de 10 à 20 cm, vers le sommet en banc de 10 à 40 cm.
5	(4) Mêmes calcaires à nombreux silex.
ca 75	(5) de marnes de Partnach contenant d'assez nombreux bancs de 1 m. au maximum, de calcaires très foncés, de grain fin. Certains de ces bancs sont lenticulaires. Vers le sommet nous observons une zone de
ca 20	(6) Bancs de calcaires foncés, marneux avec des marnes intercalées. Au sommet 2 m. de calcaires marneux à nodules nous rappellent les marnes à nodules de calcaire de Krabach, de microfaciès Re 3.
25	(7) Marnes de Partnach s'imbriquant latéralement avec d'épais calcaires. Dans les bancs calcaires intercalés au sommet, des calcaires marneux foncés contiennent des fragments de Daonelles.
25-30	(8) Par imbrication de marnes et de roches carbonatées se développent les calcaires du Wetterstein inférieurs. Ces calcaires, aussi appelés calcaires de Partnach, sont lités en bancs d'épaisseur moyenne. Ils sont gris foncé, parfois clairs, contenant des cherts, des "ooides géants" et des couches de calcaires pseudo-oolithiques.

Au-dessus de ces calcaires se développent des récifs à polypiers, qui s'imbriquent avec des calcaires clairs de la lagune. KRAUS décrit en détail ses observations, et remarque la réduction stratigraphique des récifs vers l'W, de 800 m. de calcaires récifaux à 120 m. de calcaires dolomitiques à l'extrémité occidentale du massif de la Heiterwand. Dans les calcaires lagunaires on remarque de nombreuses Dasycladacées.

La partie supérieure de la formation du Wetterstein est composée de rhytmite, de calcaires graveleux et pseudo-oolithiques, et de cyclothèmes.

Du point de vue de la paléogéographie nous sommes amenés à placer les récifs de la Heiterwand au S des Alpes Calcaires, peut-être dans la continuation orientale des calcaires du Wetterstein du monoclinale de la Valluga dans le Stanzertal ?

COMPARAISON AVEC LES ALPES CALCAIRES DE LA REGION D'INNSBRUCK.

XI. KARWENDEL : Coupe du Wildanger.

On y trouve des séries de Trias moyen attribuées par AMPFERER à l'unité du Lechtal et d'autres à l'unité de l'Inntal. Si la Nordkette, unité de Lechtal, a des épaisseurs de Trias moyen comparables à celles de la Zugspitze (plus de 500 m. de

Muschelkalk alpin d'après M. FRANK 1935), les coupes de l'unité de l'Inntal sont parfaitement comparables aux coupes du bord méridional de l'unité du Lechtal des Alpes du Lechtal.

Sous la Martinswand, près de la borne 450 de l'ancienne route fédérale No 1, on observe des calcaires à rognons de silex alternant près de 5 fois avec des marnes rouges. Ces calcaires dits du Schusterberg (PIA) ont livré à la localité type une faune de Céphalopodes anisiens, avec *Ptychites flexuosus* (AMPFERER 1924).

Dans la partie supérieure, nous avons deux couches de pietra verde feuilletée, friable. Ensuite suivent 50 m. de marnes de Partnach et la falaise du Martinswand, un calcaire dur, gris et siliceux du Wetterstein.

Au Thörl, près de la mine de sel gemmes de Hall, on peut étudier la coupe du Wildanger.

Au-dessus d'une série dolomitique qui forme la base du Muschelkalk alpin du Karwendel, et qui est ici appelée "Reichenhall", suivent :

m.	
10	(1) Calcaires en bancs de 10 cm. gris clair, friables, de patine gris-jaune, marneux.
15	(2) Calcaire plus foncé, de grain fin, en bancs de 20 cm. parfois spathique, par endroits pseudo-oolithique.
30	(3) Calcaires vermiculés, à pellicules jaunâtres, passant à
1	(4) Calcaire siliceux; la silice est répartie en réseaux, le calcaire fin est assez foncé.
5	(5) Calcaires siliceux, en bancs de 20 cm. contenant des débris de lamellibranches. Le microfaciès de ce calcaire correspond à la polygrumite de Gu 4.
30	(6) Calcaires siliceux à réseaux de silice, passant à des calcaires un peu massifs, spathiques à débris de crinoïdes.
10	(7) Calcaire gris clair, mal lité, à crinoïdes nombreux dans des poches.
2	(8) Niveau à entroques.
10	(9) Calcaires fins, à rognons calcaires en forme de toupies. Ils contiennent beaucoup de biogènes microscopiques, dont des Conodontes (couches de Reifling).
0,20	(10) Mince couche de pietra verde.
25	(11) Calcaires argileux de teinte rouge à rognons de silex. Ce Schusterbergkalk correspond au microfaciès Re 2 du membre de Reifling. Conodontes.
1	(12) Pietra verde.

- | | |
|-------|--|
| ca 1 | (13) Banc calcaire à rognons de silex. |
| 0,20 | (14) Pietra verde. |
| ca 15 | (15) Calcaires à rognons de silex, passant à des calcaires à réseaux de silice, clairs et fins.
Plus haut se développent les calcaires de Partnach qui remplacent ici totalement les marnes.
Au sommet suivent les calcaires du Wetterstein. |

Les formations récifales sont étudiées en détail par SARNTHEIN.

COMPARAISON AVEC LES DOLOMITES ENGADINOISES.

XII. COUPE DU PASS DAL FUORN.

J'ai tenu à représenter la coupe de Pass dal Fuorn (Ofenpass) décrite dans BOESCH (1937) et KARAGOUNIS (1962) en raison des couches de Punt la Drossa, dont c'est la coupe-type.

Nous y constatons l'absence du membre de Reifling, qui est mentionné par KELLERHALS (1966) dans le Val de Scarl, et des marnes de Partnach, dont le seul affleurement austro-alpin central se trouve dans les Kalkkögel au SW d'Innsbruck.

Le Trias moyen commence pas les couches de Punt la Drossa, composées de dolomies gréseuses, de cargneules et de calcaires parfois oolithiques (SIEBER, 1964). Cette série semble se réduire du S vers le N. Elle est surmontée d'une série calcaréo-dolomique semblable aux couches de Gutenstein, à calcaires vermiculés, dolomies rubannées dolomies à débris d'encrines, dolomies ferrugineuses et par des dolomies à silex et à tuffites dans le Val de Scarl, équivalent des couches de Reifling *. La série de dolomies ladinienes débute généralement par un horizon conglomératique et cargneulisé. Dans la série de strates comparables au faciès des couches de l'Arlberg supérieures des Alpes calcaires Septentrionales on signale des Diplopores et des ripple-marks (KELLERHALS) ainsi que des silex et des cinérites.

Le Trias moyen peut atteindre des épaisseurs de 300 m. Dans les Dolomites Engadinoises les séries ont un développement décroissant de N à S.

* La description que KELLERHALS (1966) donne de ces roches correspond à celle des dolomies de Reifling du microfaciès Re 4, voir p. 22.

NOTE : Dans les pages suivantes (66 - 67) nous avons adopté la terminologie ci-après :

Grisonides = Austro-alpin inférieur
Austrides = Austro-alpin supérieur

CONCLUSIONS PALEOGEOGRAPHIQUES

LA POSITION DES ALPES CALCAIRES SEPTENTRIONALES.

L'étude des faciès du Trias moyen nous a montré que les régions les plus méridionales du domaine étudié montraient les analogies les plus nettes avec l'Austroalpin Central, notamment avec les Dolomites de l'Engadine (BOESCH 1937, KARAGOUNIS 1962, KELLERHALS, 1966). De ce fait nous estimons plausible l'hypothèse selon laquelle ces sédiments mésozoïques sont la couverture de la Zone des Grauwackes, où à l'W du moins de la continuation ou d'une zone équivalente à celle-ci. Ce Mésozoïque se serait déposé dans une zone subsidente préexistante.

Les difficultés de séparer cette Zone de Phyllades et de Grauwackes du Cristallin de la Silvretta et de l'Oetztal rendent difficile l'application de l'hypothèse de TOLLMANN (1962), selon laquelle les Alpes Calcaires proviendraient d'une zone située au-delà des lambeaux de couverture mésozoïque conservés sur le dos des nappes de Silvretta - Campo - Oetztal, entre ceux-ci et les Alpes méridionales.

L'objection du manque de place sur le Cristallin n'est pas concluante : d'abord il n'est pas nécessaire de placer toute la nappe de Bavière sur le Cristallin de Silvretta - Oetztal, mais seulement l'unité de l'Inntal, la zone des grauwackes et des phyllades s'étant toujours trouvée dans une position septentrionale par rapport aux Cristallins. Ensuite, entre le Rhätikon et les sédiments du Landwasser-Hochducan, comme entre l'Arlberg et les Dolomites Engadinoises, il y a assez de place pour une "nappe" de l'Inntal, tout comme plus vers l'E il y a de la place entre la vallée de l'Inn de Landeck au Passo di Resia et à Innsbruck entre la Nordkette et les Kalkkögel.

Restent les problèmes de faciès. Dans les Alpes méridionales, il y a des séries mésotriasiques puissantes, comparables aux faciès des Alpes Calcaires Septentrionales. Elles sont caractérisées par un volcanisme très développé. Certaines formations des Alpes septentrionales et des Alpes méridionales montrent de très grandes analogies entre elles, tels les calcaires d'Esino et les calcaires du Wetterstein ou les Splinter-shales de la Val Camonica et les schistes de Partnach. Dans l'Austro-alpin Central il n'y a pas de calcaires type Wetterstein-Esino, ni de volcanisme du type de Lech, ni de marnes de Partnach, exception faite du versant septentrional des Kalkkögel. D'autre part il y a les couches de Punt la Drossa, qui de l'unité de Lechtal se laissent poursuivre à l'unité de l'Inntal, et de là aux Dolomites Engadinoises. Dans les Alpes Méridionales nous trouvons les faciès de Campil à l'E dans les Dolomites et de Servino dans les Alpes du Tessin; la partie supérieure de ce dernier n'est pas sans analogies avec les couches de Punt la Drossa.

Les couches de Gutenstein, calcaires et dolomitiques dans les ACS, deviennent dolomitiques vers le S, dolomitiques dans les DE, calcaires dans les Alpes M.,

mais très dolomitiques dans le Tessin. Les couches de Reifling sont rattachées à des bassins dont la subsidence est plus constante, raison pour laquelle ils sont mal développés dans les Dolomites Engadinoises. Dans les Alpes méridionales les couches de Buchenstein sont également assez différentes du faciès de Reifling, tout comme les faciès bitumineux de Meride et de la "Grenzbitumenzone" dans le Tessin. Des cinérites sont signalées par KELLERHALS (1966) dans le Ladinien inférieur et supérieur des Dolomites Engadinoises.

Le faciès de la formation de l'Arlberg s'étend du Vorarlberg aux sédiments du Landwasser-Hochducan, des DE, et de là à la dolomie du Mt. San Salvatore, tandis que les faciès de Wetterstein et d'Esino seront capables de se développer dans les régions à plus forte subsidence.

Plusieurs contradictions subsistent. C'est ainsi que les faciès réduits du soubassement de l'Ortler, qui se placent au S des Dolomites Engadinoises d'après les auteurs récents, accusent des ressemblances avec ceux des Nappes austro-alpines inférieures (STAUB, 1937 et 1964). Malheureusement, le Mésotrias des Nappes austro-alpines inférieures est assez mal connu (voir cependant STÖCKLIN, 1949). Il sera intéressant de comparer les séries du bord N des Alpes Calcaires Septentrionales (Reutte - Tannheim - Bärghünde) avec celles des nappes de l'Err et de la Bernina ainsi qu'avec le témoin vraisemblablement austroalpin inférieur de la nappe de Tschirpen.

En raison des plus grandes analogies du Mésotrias de la zone méridionale des Alpes Calcaires avec celui du Ducan-Landwasser, des Dolomites Engadinoises et de l'Austro-alpin Central de la région d'Innsbruck, nous considérons probable que ceux-ci se placent dans la prolongation interne de l'Unité de l'Inntal.

L'ensemble actuel austro-alpin se trouve cantonné à l'E du Rhin, hormis la klippe de la Dentblanche et quelques témoins au lac des Quatre-Cantons. Elles chevauchent dans leur ensemble sur des nappes penniques et partiellement sur des nappes helvétiques. La limite occidentale actuelle de la province austro-alpine est due à l'érosion post-alpine, la limite réelle ne semble toutefois pas avoir dépassé la ligne Lac des Quatre-Cantons - Valais. Les études des galets molassiques de J. SPECK, (1953, p. 79) démontrent que les galets austro-alpins supérieurs typiques les plus occidentaux se trouvent dans les poudingues du Rigi.

En partant de la carte palinspastique des domaines alpins de TRUMPY (1958), nous voyons qu'au Trias le domaine des Grisonides est bordé à l'W par le domaine Piémontais et à l'E par les Alpes Méridionales et les Austrides des Alpes Orientales, tandis qu'au N, par suite du rétrécissement probable du domaine piémontais, il viendrait à voisiner avec le domaine Briançonnais.

Dans l'ensemble, le faciès mésotriasique du Briançonnais n'est pas entièrement étranger à celui des Alpes orientales, certains types lithologiques - calcaires vermiculés, dolomies à *Dadocrinus*, calcaires et dolomies du type Arlberg - sont communs aux deux domaines. Il en va de même de la faune et de la flore : Physoporella

praealpina "fossile caractéristique" de la province briançonnaise, est probablement aussi présente dans la région de l'Arlberg (voir p.15) et en Basse Autriche (FLUGEL & KIRCHMAYER, 1963).

Nous nous trouvons ainsi dans l'angle NW du domaine du Trias méditerranéen, bordé par une chaîne d'îles et de hauts fonds, disposés en demi-lune, allant du Tessin au NE, puis vers l'E. Les socles austro-alpins centraux ne séparent que localement le bassin des A C S du bassin des A M. Entre le Rhin et la ligne du Brenner, nous obtenons l'échafaudage suivant; le plus plausible du point de vue du Trias moyen :

1. Nappes austro-alpines inf. : Bernina-Err-Languard-Tschirpen
2. Nappes austro-alpines sup. des Alpes Calcaires Septentrionales et Zone Paléozoïque.

Nappes austro-alpines sup. de l'Austro-alpin Central comprenant les terrains Crystallins de la Silvretta-Oetztal-Ortler et Campo avec les sédiments des Dolomites d'Arosa, Landwasser- Hochducan, Dolomites Engadinoises, Jaggl, Kalkkögel et Brenner-Mesozoikum.

Au S suivent des lambeaux de Trias coincés le long de la ligne Tonale (Passo di Jorio) et les Alpes calcaires Tessinoises à l'W et Bergamasques à l'E.

CONSIDERATION SUR LE MODE DE SEDIMENTATION ET SUR LES DEPOTS

DU TRIAS MOYEN

Le Trias moyen de la partie occidentale des Alpes Calcaires Septentrionales se compose des formations suivantes :

Le Muschelkalk alpin : aux lignes isopique orientées plus ou moins E - W. Il se compose des membres Reichenhall / La Drossa, Gutenstein et Reifling.

Reichenhall (sensu ARTHABER 1906), est un terme qui ne sert qu'à distinguer un développement dolomitique d'une série calcareo-dolomitique (= Gutenstein) dans certaines régions comme le Karwendel.

La Drossa, représente la base du Muschelkalk alpin à récurrence du faciès gréseux sousjacent. Ce faciès est aussi signalé dans les Grisonides, (STÖCKLIN, 1949).

Le membre de Gutenstein est très constant; on en retrouve les termes dans le domaine Briançonnais comme dans les Alpes Méridionales. Dans la région de Ducan-Landwasser nous avons des épaisseurs et des faciès comparables au Rhätikon d'une part et d'autre part des niveaux très semblables à ceux des Alpes Méridionales, ce qui explique l'emploi de noms tels que calcaire de Recoaro. Un calcaire de St. Triphon ressemble à certains "marbres noirs" des calcaires de Gutenstein. La différenciation d'un domaine

septentrional, central et méridional à l'intérieur du territoire étudié ne repose que sur des variations mineures de faciès.

Le membre de Reifling est plus typiquement méditerranéen, c'est aussi le seul faciès hémipélagique, à Céphalopodes et à Conodontes, que l'on rencontre dans le Mésotrias de notre région. Si l'on considère la répartition des faciès hémipélagiques de cette époque du point de vue paléogéographique on observe deux bras qui de l'E s'avancent en direction occidentale, le bras septentrional atteint le Vorarlberg, et le bras méridional s'arrête dans les Alpes Lombardes.

L'interprétation paléogéographique des formations du Ladinien Arlb erg, Partnach et Wetterstein soulève encore quelques problèmes.

Les éruptions volcaniques qui livrèrent les cinérites du type "pietra verde" et qui forment un bon niveau repère qui marque assez exactement la limite des étages Anisien et Ladinien, durent affecter différemment les diverses régions.

Des régions de haut fond furent émergées et nous y observons aujourd'hui des conglomérats et des cargneules (Flirsch, Il Fuorn). Dans d'autres, le faciès hémipélagique carbonaté persista encore un temps, tandis que de vastes étendues furent envahies par des marnes du type de Partnach, de Wengen ou de Splinter-shales. Le problème principal consiste à localiser des domaines d'où purent provenir les apports détritiques et volcaniques. D'une part, il existe la tentation d'invoquer les festons des Grisonides et d'autres zones dont le Cristallin est dénudé de sédiments pour nous livrer le matériel, hypothèse qui impliquerait une espèce de rhexistasie. D'autre part, il pourrait y avoir eu des fîes volcaniques aussitôt détruites par l'érosion.

A mesure que faiblirent les apports de ces argiles détritiques et cinéritiques, une sédimentation calcaire put reprendre le dessus. Dans le secteur E se développa la formation de Wetterstein, dont les calcaires clairs, récifaux, à polypiers, qui encadrent des étendues peu profondes de gazons d'Algues, bénéficièrent d'eaux bien oxygénées.

A l'W, dans le Vorarlberg on n'obtient que rarement les conditions du faciès de Wetterstein, il y eut un milieu plus tranquille et surtout moins oxygéné. On y remarque d'imposants "bancs" à algues et faunes silicifiées ainsi que de vastes étendues dolomitisées. Les bancs calcaires sont souvent entrecoupés de marnes, ce qui témoigne que les apports détritiques durèrent jusque dans le Carnien. Il nous semble que les brèches primaires de la "Mittelladiniengruppe" du Landwasser - Hochducan (CADISCH, LEUPOLD, EUGSTER & BRAUCHLI, 1919) correspondent aux brèches du Ladinien moyen des Alpes Calcaires Septentrionales. Les cargneules moyennes dont parlent les mêmes auteurs, et qui correspondent apparemment au Ladinien inférieur semblent analogues aux cargneules de Flirsch (Profil VIII, page 59).

Au S de notre région, sur le socle Austro-alpin Central, les calcaires de Wetterstein sont bientôt remplacés par des bancs massifs de dolomies à Dasycladacées

ou par des dolomies litées.

Dans le groupe de la Landwasser-Hochduan LEUPOLD (1919) et EUGSTER (1923) les appellent dolomies d'Arlberg, à cause de leur couleur grise et leur développement comparable à celui du Rhätikon, tandis que dans les Dolomites engadinoises on les a longtemps appelé dolomies du Wetterstein. L'inexistence de récifs typiques du faciès de Wetterstein dans ces zones méridionales incita KARAGOUNIS (1962) à juste titre à utiliser le nom de couches d'Arlberg.

Dans les Alpes méridionales nous retrouvons à l'W un faciès de type Arlberg sans marnes, la dolomie du S. Salvatore, et à l'E un développement de Type Wetterstein, les calcaires d'Esino et des marnes aussi mystérieuses que celles de Partnach : Les Splinter - shales (DE SITTER, 1949).

Si nous considérons cet ensemble nous obtenons une large plateforme à sédimentation en eau peu profonde et aérée périodiquement, bordée à l'W par un faciès Arlberg-Salvatore et à l'E par des récifs Esino-Wetterstein.

Vers le Ladinien supérieur les conditions s'uniformisent dans l'ensemble du domaine, et les récifs cèdent la place à une sédimentation en bancs, souvent sursalée de manière qu'il devient difficile d'y différencier un domaine Arlberg d'un domaine Wetterstein.

Il sera mis fin à la sédimentation principalement carbonatée par la transgression de la formation de Raibl avec ses grès et schistes gréseux. Nous ne pouvons toutefois pas juger si ce changement, qui sur le terrain paraît brutal, eut lieu simultanément ou si, comme pour les marnes de Partnach, il affecte graduellement les différentes zones du terrain.

* * *

ZUSAMMENFASSUNG.

STRATIGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN DER MITTELTRIAS IM ARLBERGGEBIET (LECHTALER ALPEN - OESTERREICH).

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Laufe der Jahre 1963-1965 durchgeführt. Ihr Ziel ist eine bessere Erfassung der Sedimente, die einen Vergleich mit den ostalpinen Ablagerungen in Graubünden erlauben.

In Fig. 1 sind die geographischen Grenzen des untersuchten Gebietes, sowie die Gebietsgrenzen verschiedener neuerer Autoren, dargestellt.

Neben lithologischen Beschreibungen im Handstück wurden die mikroskopischen Merkmale zu Mikrofazies - Typen gegliedert, welche in Fig. 2 und 6 graphisch dargestellt sind. Die prozentuale Verteilung der Komponenten wurde mit Hilfe des visuellen Vergleichs von zahlreichen Dünnschliffen mit den Prozentverteilungsbildern von TERRY & CHILINGAR gewonnen.

Das Kalk-Dolomit-Verhältnis ergab die Färbung mit Alaun-Hematoxylin. In der Legende zu Fig. 2 ist die verwendete Klassifikation (nach FOLK, FLUEGEL, E. & MAMET) graphisch dargestellt.

STRATIGRAPHIE.

Aus unseren Untersuchungen ergab sich, dass wir den Begriff *Alpiner Muschelkalk* im Sinne einer *Formation* beibehalten müssen, mit den *Gliedern*;

Punt la Drossa - Gutenstein - Reifling.

Das Glied Reichenhall ersetzt im Osten seitlich die Punt la Drossa - Schichten.

Nach dem Abbau der hercynischen Gebirge (Silvrettakristallin und Paläozoikum der Grauwackenzone), dokumentiert durch eine Verrucano-Buntsandstein-Formation, erreicht die Tethystransgression, von E nach W fortschreitend, unseren Raum im Oberskyth, wobei der marine Buntsandstein schnell von karbonatischen Serien, die oft evaporitischer oder subsalinarer Art sind, abgelöst wird. Von SW her dauert eine pelitisch-psammitische Einstreuung bis ins Untere Anisian an (Punt la Drossa).

Darauf folgen Flachwasserablagerungen mit reichen Crinoidenfaunen, seltener Grünalgenrasen und gegen oben abschliessend Encrinitenbreccien (Gutenstein).

Im oberen Teil des Anisian setzt eine stärkere Subsidenz ein. Wir bekommen eine Knollenkalk-Fazies mit dünnchaligen Muscheln, Conodonten und Cephalopoden. Im NE setzen reiche Brachiopodenfaunen ein. Um die Wende Anisian-Ladinian werden mehrere Lagen eines sauren Aschentuffes eingestreut (Pietre verdi). Die Kalkknollenfazies hält im S-W des Raumes noch bis ins Unterladinian an (Reifling).

In Fig. 4 ist der bearbeitete Raum minimal abgewickelt, und die drei Fazieszonen sind nach Eh, Dolomit und Quarzgehalt dargestellt. Durch die vulkanische Tätigkeit werden die Ablagerungsverhältnisse stark gestört und bald werden im NE (Reutte), später im ganzen Raum, grosse Mengen von z. T. vulkanogenen Peliten eingeschwemmt. Im CO₂ reichen Milieu kommen nur selten Kalke zur Ablagerung. Diese Mergelschiefer mit Kalkbänken ergeben in unseren Raum die *Partnach-Formation*.

Darüber bilden sich in den besser durchlüfteten Gewässern im oestlichen Teil des Untersuchungsgebietes, Riffe und Bänke, die *Wetterstein-Formation*.

Im Westen, in weniger gut durchlüfteten Gewässern, bilden sich

Kalke und Dolomite der Arlberg - Formation.

Bei Lech herrscht im Mittel - Ladinian ein lokaler basischer Vulkanismus. Im oberen Ladinian gleichen sich die Verhältnisse aus, bis auf das Becken Krabach - Kaisers wo die Partnachmergel direkt unter den Raiblerschiefern liegen. Mit dem Abklingen der pelitischen Einschwenkungen und durch ein Nachblassen der Subsidenz wird der ganze Raum von Flachwasser mit Algenrasen und benthonischen Foraminiferen eingenommen. Oft wechsel-lagern dolomitische Ablagerungen mit Evaporiten. Man beobachtet zahlreiche Zyklen, wobei die tonreichen Lagen Trockenrisse zeigen können.

Diese Sedimentation dauert wahrscheinlich an bis ins untere Carnian (Obere Arlberg - und Wetterstein - Schichten). Diese formation wird im Hangenden abgelöst von den Raibler-Schichten.

Das Alter der untersuchten Formationen, grossenteils durch frühere Fossilfunde schon gut bekannt, konnte durch neuere Funde von Dasycladaceen (Physoporella cf. praealpina PIA) im Anisian, Conodonten und Daonellen in den Reiflinger Kalken, sowie Diploporen (Diplopora annulata SCHÄFH). im Ladinian, bestätigt werden. Die Reiflinger Kalke schliessen im Norden (Reutte) mit dem oberen Anisian ab wo sie durch Coenothyris vulgaris und Tetractinella trigonella sowie durch ältere Cephalopodenfunde (Trinodosus zone) im Dach belegt sind. Die pietre verdi stecken dort in den untersten Partnachmergeln (AMP-FERER 1924). Im SW hingegen hat man ladinische Reiflinger Kalke, Daonellenschichten mit Protrachyceras reitzi BOECK (D. TRUMPY 1916) und dem Conodonten Gladigondolella tethydis (HUCKRIEDE). Die Pietre verdi bilden die Grenzzone zwischen Anisian und Ladinian.

Die Grenze Ladinian-Carnian bleibt in unserem Raum undefinierbar.

TEKTONIK

Die lokalen tektonischen Verhältnisse sind in Fig. 8 und 9 dargestellt. Unterschieden werden von N nach S :

1. Zone N der Ueberschiebung des Saxerspitze,
N der Kaisertal - Ueberschiebung, Pimigspitze,
N der Wörsterspitz-Braunarlspitz-Ueberschiebung.
2. Zone der Synform : Freispitzmulde - Kaiserstein - Pimigspitze.
3. Schuppen und Schubfetzen des Stanskogels und eingewinkelte Scherben der Valluga-Monoklinale.
4. Klostertalsattel und Valluga-Monoklinale, sowie Verschuppung am Kalkal-pensüdrand (Rauz).
5. Obere Krabachjochscholle "K". 5'. Schuppe des Seejöchls. "S".
6. Scholle des Fallesins. "F". 6'. Untere Krabachjoch-Rüfispitz-Scholle. "R".

Zonen 1 & 4 gehören zur Lechtal-Einheit und setzen sich nach Westen in die Dreischwestern-Fundelkopf-Scholle des Rhätikon fort.

In Anlehnung an den Auffassungen von HUCKRIEDE (1956) und SARNTHEIN (1962) wäre die Synform 2 der Freispitzmulde, Kaisersteinspitze und Pimigspitze an Zone 1 "gebunden". Diese Hypothese wird faziell dadurch unterstützt, das der alpinen Muschelkalk der Jägerlärche besser mit der nördlichere Fazieszone zusammenpasst. Die ladinischen formationen hingegen entsprechen mehr die Verhältnissen der Schollen "K" "S" und "F", sodass diese Synform ebenfalls südlich der Valluga-Monoklinale (Zone 4) beheimatbar ist. Zone 3 gehört zwischen den Zonen 2 und 4.

Schollen 5 - 6 sind Verschuppungen und Divertikel der Inntal-Einheit. Die Schesaplana-Zimba-Davenna-Scholle ersetzt die Inntal-Einheit seitlich und nimmt paläogeographisch den Raum westlich von 5 & 6 ein.

REGIONALBESCHREIBUNG.

Wir unterscheiden folgende Teilgebiete, die in der Detailbeschreibung Einheiten bilden:

- I. Das Klostertal (Sammelpprofil I der Tafel) welches den Anschluss der Lechtaler Alpen zum Rhätikon bildet. Man beobachtet eine gleichbleibende Fazies des Alpinen Muschelkalkes, dagegen ein verstärktes Wechsellagern der Partnach - mit der Arlberg - Fazies; eine Zunahme des Arlbergkalkes von Osten nach Westen. Die lithologischen Merkmale, welche eine tektonische Beheimatung erlauben werden im Westen vager und unzuverlässiger.
- II. Das Flexenpassgebiet (Profil II der Tafel) mit dem sehr gut aufgeschlossenen Flexenpassprofil bietet ein ideales Objekt für das Studium der Mitteltrias. Die Detailtektonik ist in einem Kärtchen, Fig. 10 dargestellt.
- III. Das Gebiet um Lech (Profil III der Tafel) bildet eines der wenigen und darum wertvollen Aufschlussgebiete in nördlicher Richtung. Der alpine Muschelkalk zeigt bereits Anklänge zur Nord-Fazies mit niedrigeren Eh-Werten. Im mittleren Ladin treten andesitische Laven auf, welche verantwortlich gemacht werden können für zahlreiche mittelladinische Breccien und konglomeratische Breccien, wie sie im Wäldletobel (Klostertal) und am Schindlergrat (Ulmerhütte) angetroffen werden. Die vom Landwasser-Hochducan-Gebiet bekannten synsedimentären Bildungen der Mittel-Ladinien-Gruppe können ebenfalls zu diesen mittelladinischen, seismischen Breccien gerechnet werden.
- IV. Am Schindlergrat (Tafel: Profil IV) beobachtet man eine sehr leichte Epimetamorphose im Alpinen Muschelkalk und in den Partnachmergeln sowie bereits ein Abklingen der Vorarlberger Arlberg-Fazies im Oberladin, zugunsten von im E häufiger auftretenden lithologischen Serien, die FELLERER dazu veranlassten, sie als Wettersteindolomit anzusprechen. Die Partnachmergel sind tektonisch stark reduziert, wofür die starke Laminierung sprechen dürfte.
- V. Die obere Scholle des Krabachjoches (Tafel: Profil V) die zur Inntal-Einheit gehört, bildet ein tektonisch sowie stratigraphisch autonomes Gebiet, das wir palaeogeographisch nicht weit südlich der Arlberglinie auf dem Silvrettakristallin beheimaten möchten.
Der Alpine Muschelkalk beginnt mit quarzsandreichen Dolomiten, die nirgends aus der Lechtal-Einheit bekannt sind. Die Vererzung im Alpinen Muschelkalk ist wahrscheinlich spät metasomatisch, in primär bereits hämatitreichen Kalken und Dolomiten. Die Vererzung geht eng zusammen mit einer Dolomitisation, welche sich auch durch T - Dolomite manifestiert.
Das Ladinian ist besonders karbonatarm und über den Reiflinger Schichten fast ausschliesslich durch Partnachmergel vertreten, welche direkt von den sandigen Schiefern der Raiblerschichten überlagert werden. Dieses Schieferbecken trennt die Faziesgebiete der beiden Formationen, Arlberg im Westen und Wetterstein im Osten. (fig. 7).
Im ladinischen Anteil des Alpinen Muschelkalkes treten besonders häufig Kalkgerölle auf, und in den Partnachschiefern stecken Linsen von kieselsäurereichen dunklen Kalken, die teilweise reich an Spongiennadeln sind.
- VI. Im Stanzertal (Tafel: Profil VI) vollzieht sich der Wechsel von der Arlberg zur Wetterstein-Fazies, durch das Auskeilen von Arlberg-Bänken im Liegenden und das Einsetzen von Wetterstein-Riffkalken im Hangenden. Oben ziehen die salinare Serien ungestört durch, wobei zu beobachten ist, dass von Westen nach Osten der Mergelgehalt abnimmt, und die Serie dickbankiger, dem Hauptdolomit ähnlich, wird.

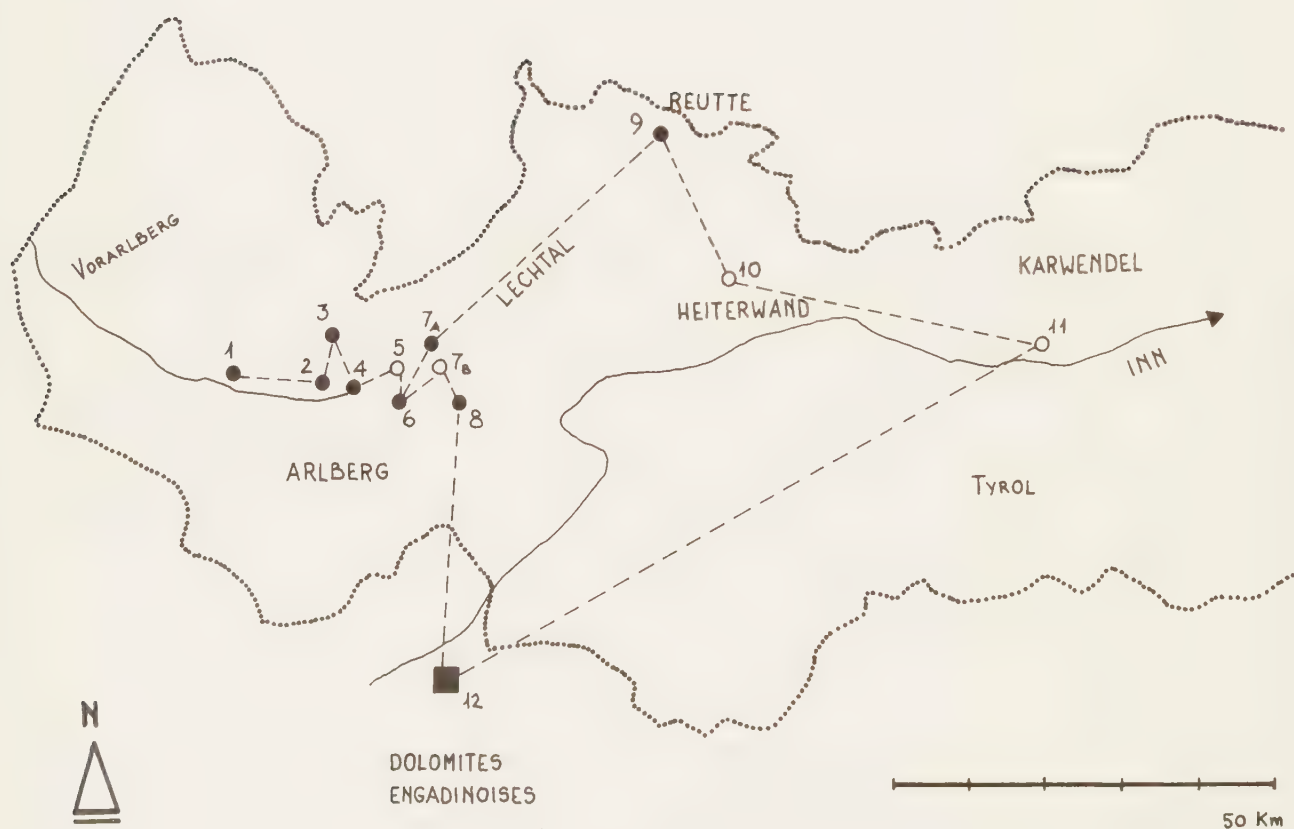
- VII. Die von HUCKRIEDE entdecken Profile des oberen Kaisertales (Jägerlärche) und die schon lang bekannte Klippe des Seejöchls sind in den Profilen VIIa und VIIb dargestellt.
Das erste, Jägerlärche, gehört zur Lechtal-Einheit mit geringen Eh-Wert; das zweite, oberhalb Kridlonsee (Seejöchls), wird dagegen zur Inntal-Einheit gestellt und zeigt die gleichen Serien wie in der Krabachscholle, jedoch ohne Vererzungen. Im Querschnitt von Kaisers erstreckt sich das Partnachbecken von Krabach aus nach Norden und trennt Arlberg- und Wettersteinfazies.
- VIII. Im Gebiet von Flirsch (Tafel: Profil VIII) tritt eine Art Mittlere Rauhwacke auf, deren Stellung der tektonischen Störungen wegen unsicher ist. Im Alpen Muschelkalk treten infolge Durchlaugung oft rosarote Kalke auf, und die Reiflinger Kalke haben stellenweise die Farbe des Wettersteinkalkes, der unmittelbar im Hangenden, ohne dazwischenliegende Partnachmergel, auftreten kann.
- IX. Im Nordosten, wo der Lech Tirol verlässt, ist die Mitteltrias in den Steinbrüchen von Lechaschau aufgeschlossen. Der Alpine Muschelkalk, dessen Basis nicht zutage tritt, liegt vor in der Nordfazies, mit geringem Eh-Wert, bituminös und fossilreich. Er ist auf das Anisian beschränkt, und die Partnachmergel überlagern direkt den echinodermerreichen Reiflinger Kalk mit zahlreichen Coenothyris vulgaris und Tetractinella trigonella.
Die Klippen oberhalb Tannheim im Gebiet des Neuerkopfes haben eine stark reduzierte Mitteltrias, welche eventuell den Beckenrand ankündigt.
- X. Das Gebiet der Heiterwand bietet eine gut ausgebildete Wettersteinfazies, die von O. KRAUS in jüngster Zeit beschrieben worden ist. Die Bänke in den Partnachmergeln sind ähnlich wie im Krabachgebiet mit Daonellen und Kalkgeröllen ausgebildet. Die auffallend kieselsäurereichen Reiflinger Kalke machen eine Zugehörigkeit der Heiterwand zur Inntal-Einheit wahrscheinlich. Nach Osten schliessen wir den Untersuchungsgebieten von beiden Münchner Schulen an, deren Ergebnisse bisher gut mit den unsrigen uebereinzustimmen scheinen.
- XI. Ein Vergleichs-Profil am Wildanger bei Hall in Tirol, zeigt die Dreiteilung Reichenhaller-Gutensteiner-Reiflingerschichten im alpinen Muschelkalk. Die Reiflinger Kalke enthalten die typischen Pietre verdi und Conodonten. Ueberlagert werden sie von Partnach- und Wettersteinkalken. Interessant ist die Tatsache, dass östlich von Innsbruck die Partnachmergel ausklingen; dass sie aber im Profil der Kalkkögel, dem einzigen Gebiet mit Partnachmergeln in der Zentralostalpinen Mitteltrias, noch mit einigen 50 m. vorhanden sind.
- XII. Das von BOESCH (1937) und KARAGOUNIS (1962) untersuchte Gebiet im Ofenpassgebiet (Schweizerisches Nationalpark), ist gut zu vergleichen mit den südlichsten Einheiten des Arlberg-Gebietes. Es zeigt mit einem klastischen unteren Alpen Muschelkalk grosse Analogie mit unserer Inntal-Einheit von Krabach und Seejöchls. Die Mittlere Rauhwacke mit Konglomeraten könnte man mit den Rauhwacken von Flirsch vergleichen. Die oberladinischen (unterkarnischen), oder cordevolischen Diabase wären in Zusammenhang mit den klastischen Feldspäten von FELLERER (1964) im Stanzertal zu erwähnen.

PALAEOGEOGRAPHIE.

Die grossetektonischen Folgerungen, welche man aus diesen Untersuchungen ziehen kann, sprechen eher gegen die These von TOLLMANN (1962). Wir neigen zu folgendem Paläogeographischem Schema: Die nördlichen Kalkalpen sind auf der Grauwackenzone und deren Äquivalenten, welche sich primär nördlich der Massive Silvretta-Oetztal-Campo erstrecken, und teils auf den Massiven selbst abgelagert. Die Decken Allgäu-Lechtal-Inntal gehören zu derselben Sediment-Platte. Sie lässt sich im W in 2 Einheiten trennen: Lechtal und Inntal. Südlich der Inntal-Einheit würden sich ohne grosse Raumlücken die zentralostalpinen Sedimente des Ducan-Landwasser-Gebietes, von Scarl-Ofenpass, des Jagglis, sowie des Kalkkögel-Brenner Mesozoikum ausbreiten.

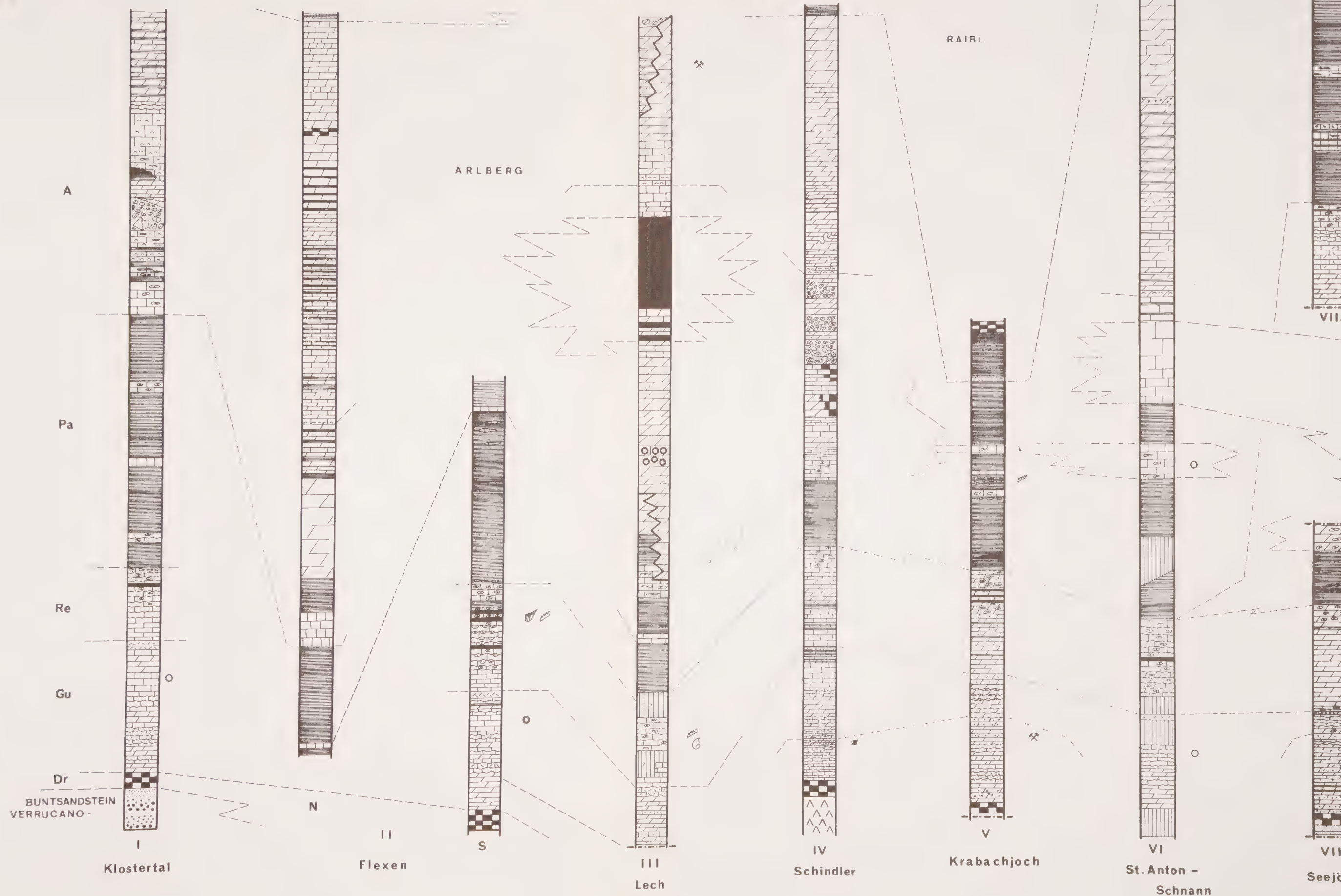
PLANCHE HORS-TEXTE : - CARTE DES CORRELATIONS STRATIGRAPHIQUES.
 - PROFILS STRATIGRAPHIQUES I - XII, avec LEGENDE.

- LECHTAL
- INNTAL
- DOLOMITES ENGADINOISES

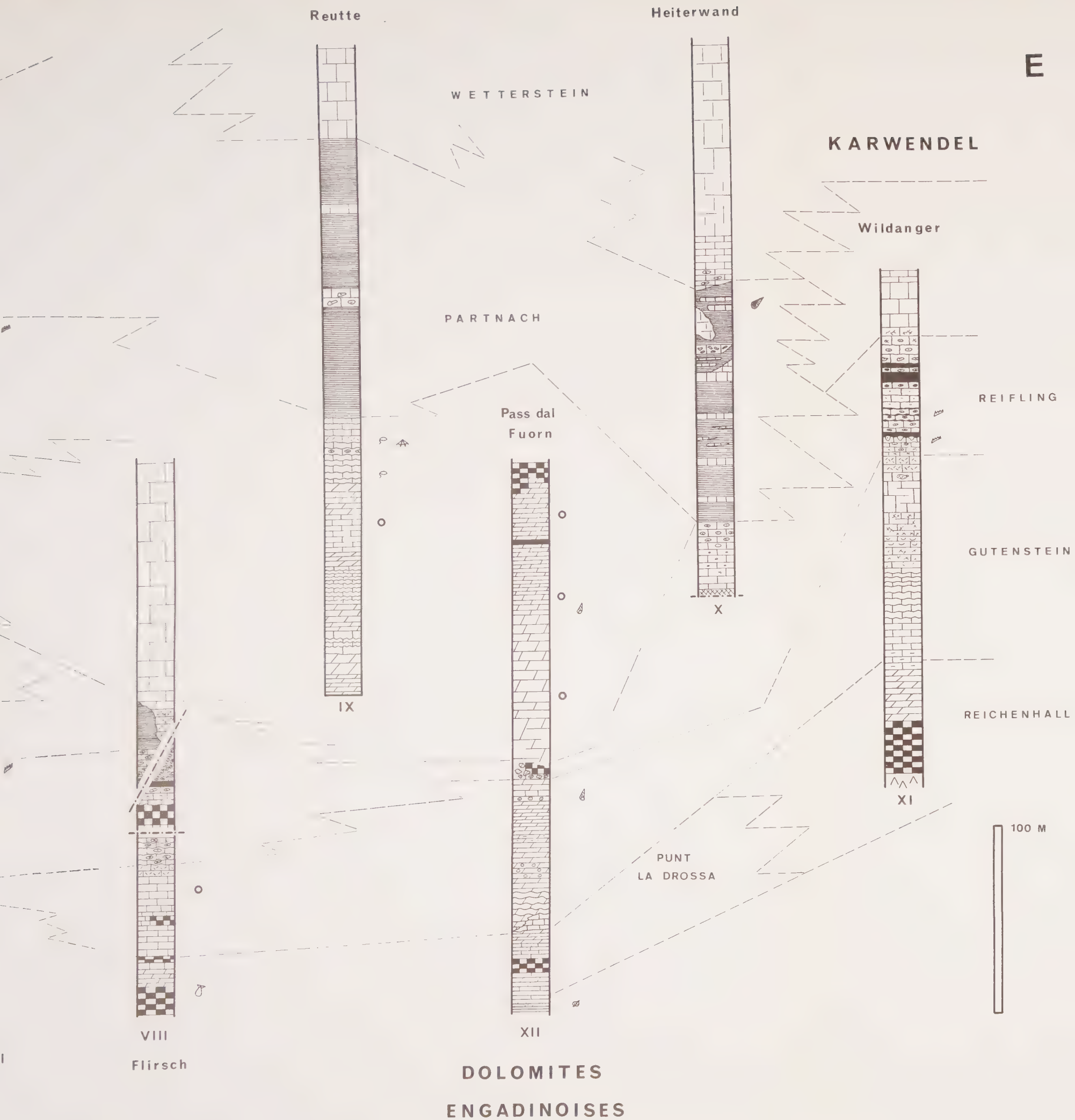


W

PROFILS STRATIGRAPHIQUES



ALPES DU LECHTAL



LEGENDE

- | | |
|--|--------------------|
| | BANCS DE CALCAIRE |
| | C. MASSIF |
| | DOLOMIE |
| | CARGNEULE |
| | GRES |
| | PSEPHITE |
| | GYPSE |
| | ROCHE VOLCANIQUE |
| | MARNE |
| | CALCAIRE MARNEUX |
| | VERMICULATIONS |
| | ONDULATIONS |
| | DISCORDANCE |
| | SLUMPING |
| | OOLITIQUE |
| | BRECHE |
| | CONGLOMERAT |
| | NODULES GALETS |
| | SILEX |
| | SILICE |
| | MYLONITE |
| | COUVERT |
| | BANC FERRUGINEUX |
| | MINERALISE |
| | CONTACT TECTONIQUE |
| | IMBRICATIONS |
| | ECHINODERMES |
| | ALGUES |
| | LAMELLIBRANCHES |
| | DAONELLES |
| | CONODONTES |
| | CEPHALOPODES |
| | SPONGIAIRES |
| | BRACHIOPODES |
| | TETRACTINELLES |
| | GASTEROPODES |
| | VEGETAUX |

BIBLIOGRAPHIE.

- AGIP (1959) Microfacies italiane.
- ALLEMANN, F. (1957) Geologie des Fürstentums Liechtenstein, Südwestlicher Teil. Schaan/Vaduz.
- AMPFERER, O. (1914) Ueber den Bau der Westlichen Lechtaler Alpen. Jb. k. k. geol. R. A., 64, 1 & 2.
- (1924) Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Oesterreich. Blatt Lechtal 5045. Wien.
- & HAMMER, W. (1924) " " " Blatt Landeck 5145. Wien.
- & OHNESORGE, T. (1924) " " " Blatt Innsbruck-Achensee 5047. Wien.
- (1930 a) Beiträge zur Geologie des obersten Lechtales. Jb. d. Geol. B. A. 80, Wien.
- (1930 b) Über den Südrand der Lechtaler Alpen zwischen Arlberg und Oetztal. Jb. d. Geol. B. A. 80, Wien.
- (1931) Zur neuen Umgrenzung der Inntaldecke. Jb. d. Geol. B. A. 81, Wien.
- (1932) Erläuterungen zu den geologischen Karten der Lechtaler Alpen. Geol. B. A. WIEN.
- (1933-1939) Aufnahmeberichte über das Blatt Bludenz-Vaduz. Verh. der Geol. B. A. Wien.
- ARNI, P. (1926) Geologische Forschungen im mittleren Rhätikon. Zurich.
- ARTHABER, G. v. & FRECH, F. (1905) Die alpine Trias des Mediterrangebietes. Lethaea geognostica, II/I, Stuttgart.
- BARON, G. (1960) Précipitation de la giobertite et de la dolomie à partir des solutions de chlorures de magnésium et de calcium. Rev. Inst. Français du pétrole, 15, 1, Paris.
- BECKMANN, H. (1958) Arbeitstechniken und Erfahrungen der Mikropaläontologie im Paläozoikum. In FREUND: Handbuch der Mikroskopie in der Technik, II, Teil 3, pp. 145-165 Umschau Verlag, Frankfurt a. M.
- BENDER, H. (1960) Zur Geologie der Olonos-Pindus und der Parnass-Kionazone im Tal des Asklepeion (Argolis). Ann. Géol. des Pays Helléniques, 1ère. S, T. 11.
- (1963) Die Conodonten der Griechischen Trias. Ann. Géol. des Pays Helléniques, T. 14. pp. 436-445.
- BERNAUER, F. (1933) Gebänderte Carbonatgesteine und ihre Umwandlung. I & II N. Jb. Min. Geol. Pal. Abh. Abt. A. Beil. B, 66.
- BITTNER, A. (1895) Lamellibranchiaten der alpinen Trias. Abh. k. k. geol. R. A. 18, 1.
- BLASER, R. (1952) Geologie des Fürstentums Liechtenstein. Vaduz.
- BOESCH, H. (1934) Beitrag zur Kenntnis der Stratigraphie der Unterengadine: Dolomiten. Dipl. Arb. Zurich.
- (1937) Geologie der zentralen Unterengadiner Dolomiten. Thèse Zurich.
- BOTTERON, G. (1961) Etude géologique de la région du Mont d'Or. Ecl. géol. Helv. 54, 1.

- BOUMA, A.H. (1962) Sedimentology of some Flysch Deposits. A graphic approach to facies interpretation. Elsevier, London, New-York, Amsterdam.
- BRAUCHLI, R. (1921) Geologie der Lenzerhorngruppe. Beitr. z. Geol. K. d. Schweiz, N.F. 49.
- B.R.G.M. (1963) Colloque sur le Trias de la France et des régions limitrophes. Mém. du B.R.G.M., 15.
- BRUCKNER, W. (1941) Ueber die Entstehung der Rauhwacken und Zellendolomite. Ecl. geol. Helv. 34.
- BRUNNSCHWEILER, R.O. (1948) Beiträge zur Kenntnis der helvetischen Trias östlich des Klausenpasses. Zurich.
- BUDUROV, K. (1962) Conodonten aus dem Anis beim Dorfe Granitovo, Bezirk Vidin. Rev. of the Bulg. Geol. Soc., 23, Sofia.
- & VRABLIJANSKI, B. (1964) Conodonten aus dem Profil der Trias von Machala Antova (Dorf Trekljano) bei Kjustendil. Sofia.
- & STEFANOV, S. (1965) Gattung Gondolella aus der Trias Bulgariens. Acad. Bulg. de Sc. Travaux sur la géologie de Bulgarie. 7, pp. 115-127.
- CABY, R. & GALLI, J. (1964) Existence de cinérites et de tufs volcaniques dans le Trias moyen de la zone Briançonnaise. C.R. Acad. Sc. Paris, 259, pp. 417-420.
- CADISCH, J. EUGSTER, H. LEUPOLD, W. & BRAUCHLI, R. (1919) Geologische Untersuchungen in Mittelbünden. Heim-Festschrift, Viertelj. schr. natf. Ges. Zurich, 64, pp. 359-417.
- CALLEGARI, E. & MONESE, A. (1964). Il chimismo della "pietra verde" degli Strati di Livinallongo (Dolomiti). Contributo allo studio petrogenetico della "pietra verde" Ladinica. Studi Trentini di Sc. Nat. XLI/I, pp. 45-71.
- CLARK, D.L. (1959) Conodonts from the Triassic of Nevada and Utah. J. Pal., 33, pp. 305-312.
- C.N.R.S. (1962) Lexique Stratigraphique International. Volume 1. Europe, Fasc. 8, Autriche. Congrès géol. Internat. Com. de Stratigraphie, Copenhagen 1960.
- CORNELIUS, H.P. (1952) Die Geologie des Murztalgebietes (Erl. zu Blatt Mürzzuschlag). Jb. d. Geol. B. A. Sond b. 4.
- CUVILLIER, J. (1961) Stratigraphic correlations by microfacies in Western Aquitaine. Intern. Sed. Petr. Ser., 2, Leiden (Brill).
- DEDE, E. (1959) Die Conodonten im germanischen Muschelkalk und ihr stratigraphischer Wert. Diss. TH. München.
- DE SITTER, L.U. (1949) The Geology of the Bergamasc Alps, Lombardia, Italy. Leid. Geol. Meded. Deel, 14 B.
- DIEBEL, K. (1956) Trias-Conodonten. Geologie, 5, p. 9-12.
- (1956) Conodonten in der Oberkreide von Kamerun. Geologie, 5, pp. 424-450.
- EICHER, D.B. (1946) Conodonts from the Triassic of Sinai. (Egypt). A.A.P.G. Bull., 30, pp. 613-616.
- ELLENBERGER, F. (1958) Etude géologique du Pays de Vanoise. Mém. Carte géol. France.

- ERHART, H. (1955) "Biostasie" et "Rhexistasie". Esquisse d'une théorie sur le rôle de la pédogenèse en tant que phénomène géologique. C.R. Acad. Sci. Fr., 241, pp.1218-1220.
- ESCHER VON DER LINTH, A. (1853) Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. N. Denkschr.d. allg. Schw. Natf. Ges., 13.
- EUGSTER, H. (1923) Geologie des Ducangruppe. Beitr. z. geol. K.d. Schweiz, N.F., 79.
- (1965) Anzeichen vermutlich spätorogener Bewegungen in der oberostalpine Decke. Ecl. geol. Helv. 58, 1.
- FELLERER, R. (1964) Zur Geologie des Südrandes der nördlichen Kalkalpen zwischen Schnann und Arlberg. Dipl. Arb. Univ. München.
- FIEDLER, O. (1904) Ueber Versteinerungen aus den Arlbergsschichten bei Bludenz. Z.d. deutsch. geol. Ges. 56, p. 8-13.
- FLUEGEL, E. (1963) Zur Mikrofazies der alpinen Trias. Jb. Geol. B.A. 106, pp. 205-228.
- & FLUEGEL-KAHLER, E. (1962) Mikrofazielle und geochemische Gliederung eines obertriadischen Riffes der nördlichen Kalkalpen. Mitt. Museum "Joanneum" Graz. 24.
- & - (1963) Zur Geologie der Sauwand bei Gusswerk (Steiermark). Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, 93.
- FOLK, R. (1959) A practical petrographic classification of limestones. A. A. P. G., 43, pp.1-32.
- FRANK, M. (1935) Zur Fazies und Bildung der Trias in den N. Kalkalpen zwischen Rhein und Salzach. Mitt. Min.-Geol. Inst. TH., Stuttgart.
- FRAUENFELDER, A. (1916) Beiträge zur Geologie der Tessiner Kalkalpen. Ecl. geol. Helv., 14, Basel.
- GALLI, J. (1964) Etude géologique du M^{te} Boulliagna. Ecole Normale Sup. Paris.
- GASCHE, E. (1938) Ein Crinoidenkelch aus dem Hydasp (der untersten Mitteltrias) der nördlichen Kalkalpen Oberösterreichs. N. Jb. Min. Geol. & Pal., Beil. 80. Abt.B.
- GENGE, E. jun. (1958) Ein Beitrag zur Stratigraphie der südlichen Klippendecke im Gebiet Spillgerten-Seehorh. (Berner Oberland). Ecl. geol. Helv. 51/1.
- GESSNER, D. (1963) Stratigraphisch-paläontologische Untersuchung in den Reiflinger Kalken an der Typlokalität Grossreifling (Enns). Thèse inédite. Univ. Munich.
- G.S.A. (1951) Rock Color Chart. New-York.
- GUBLER, J. (1927) Etudes géologiques dans le Vorarlberg central. Thèse Paris. Vincennes.
- GUEMBEL, C.W. (1861) Geognostische Beschreibung der Bayrischen Alpengebirges und seines Vorlandes. Gotha.
- (1894) Geologie von Bayern II. Cassel.
- HAGN, H. (1955) Fazies und Mikrofauna der Gesteine der bayerischen Alpen. Intern. Sed. Petrogr. Ser., 1, Leiden (Brill Editeur).

- HAM, W.E. (1962) Classification of Carbonate Rocks. A symposium.
A. A. P. G., Memoir 1.
- HAMMER, W. (1930) Petrographische Beschreibung der Eruptivgesteine aus der Gegend von Lech. Jb. geol. B. A. 80.
- HAUERSTEIN, G. (1964) Zur Stratigraphie der Mitteltrias südwestlich der Kampenwand. (Chiemgauer Alpen). Mitt. Bayer. Staatssamml. Pal. hist. geol. 4, pp. 71-92
- HEER, O. (1877) Flora fossilis Helvetiae. Zurich.
- HEISSEL, W. (1958) Zur Tektonik der Nordtiroler Kalkalpen. Mitt. Geol. Ges. Wien, 50.
- HEIERLI, H. (1955) Geologische Untersuchungen in der Albulazone. Thèse. Zurich.
- HERAK, M. (1957) Some problems in the dasyclad genus Diplopora. Micropaleontology, 3, pp. 49-52.
- HESS, W. (1953) Beiträge zur Geologie der südöstlichen Engadiner Dolomiten zwischen dem Münstertal und der Valle die Fraele. (Graubünden). Ecl. geol. Helv., 46/1.
- (1962) Über den Jaggl (Cima del Termine) am Reschenpass (Passo di Resia), Südtirol und seine Deutung. Ecl. geol. Helv. 55, 2.
- HIRSCH, F. (1966) Sobre la presencia de Conodontos en el Muschelkalk superior de los Catalanides. Bol. Inst. Geol. y Min. de Espana. (sous presse).
- HIRSCHMANN, C. (1959) Ueber Conodonten aus dem oberen Muschelkalk des Thüringer Beckens. Freiburger Forsch. h., C, 76, pp. 33-86.
- HUCKRIEDE, R. (1956) Die Geologie der Umgebung von Kaisers (Lechtaler Alpen) Thèse inédite. Marburg/Lahn.
- (1958) Die Conodonten der mediterranen Trias und ihr stratigraphischer Wert. Paläont. Z., 32, pp. 141-175.
- (1959) Trias, Jura und tiefe Kreide bei Kaisers in den Lechtaler Alpen (Tirol). Verh. geol. B. A. Wien.
- (1959) Die Eisenspitze am Kalkalpensüdrand (Lechtaler Alpen, Tirol). Z. d. deutsch. geol. Ges., 111, 2.
- & JAKOBSHAGEN, V. (1958) Ein Querschnitt durch die Nördlichen Kalkalpen (Oberstdorf - Pettneu). Z. d. deutsch. geol. Ges. 109.
- HOFMANN, F. (1956) Zur Frage der Entstehung des glimmerartigen Tons in der Trias des Monte Caslano, Kanton Tessin. S. M. P. M. 36/2.
- HOLLMANN, R. (1964) Subsolutions-Fragmente. N. Jb. Geol. Pal. Abh. 119, 1.
- HUENE, F. v. (1958) Aus den Lechtaler Alpen ein neuer Anarosaurus. N. Jb. Geol. Pal. Mh. 1958, 8/9, pp. 382-384.
- HUMMEL, K. (1932) Oberflächennahe Intrusionen und Trümmerlaven in der südalpinen Mitteltrias. Fortschr. Geol. 11, Berlin.
- (1932) Zur Stratigraphie und Faziesentwicklung der südalpinen Mitteltrias. N. Jb. Min. usw. Beil. Bd. 68 b, Stuttgart.
- ILLING, L. V. (1954) Bahaman calcareous sands. Bull. A. A. P. G. 38/1.

- INHELDER, H. (1948) Geologische Untersuchungen im oberen Scarlital.
Dipl. Arb. E.T.H. Zurich
- JACOBESHAGEN, V. (1961) Zur Gliederung der Mediterranen Trias I. Die Grenze Ladin / Karn. N.Jb. Geol. Pal. Mh. 1961, 9.
- & KOCKEL, C.W. (1965) Die Kalkalpen im Einzugsgebiet der Osterach.
Max Richter-Festschrift, pp.1-21, Clausthal-Zellerfeld.
- JOHNSON, H.L. (1951) An introduction to the study of organic Limestones.
Quaterly J. Colorado School of Mines, 46, 2.
- (1965) Limestone Building Algae und Algal Limestones.
Johnson Publ. Comp. Boulder, Colorado.
- KAPPELER, U. (1938) Zur Geologie der Ortlergruppe und zur Stratigraphie der Ortlerzone zwischen Suldner und dem Engadin. Zurich.
- KARAGOUNIS, K. (1962) Zur Geologie der Berge zwischen Ofenpass, Spöltal und Val del Gallo im Schweizerischen Nationalpark (Graubünden). Mitt. Schweiz Nat. Park.
- KELLERHALS, P. (1965) Einige neue Beobachtungen zur Geologie der Ortlergruppe des Vintschgaus und der südöstlichen Engadiner Dolomiten. Ecl. geol. Helv. 58, 1.
- (1966) Geologie der Nordöstlichen Unterengadiner Dolomiten zwischen Piz San Jon, S-carl und Piz Sesvenna.
Beitr. z. geol. K. d. Schweiz, N.E. 126.
- KLAUS, W. (1955) Ueber die Sporendiagnose des deutschen Zechsteinsalzes und des alpinen Salzgebirges. Z.d. deutsch. geol. Ges., 105, pp.776-788.
- KLEBELSBERG, R.v. (1935) Geologie von Tirol. Borntraeger, Berlin.
- KLEMENT, M.C. (1894) Sur la formation de la dolomie. Bull. Soc. Belge de Géologie (PV & Mém.).
- KOCKEL, C.W. (1953) Die Larsenn-Scholle bei Imst (Tirol).
N. Jb. Geol. Pal. Mh., 1953, pp.520-533.
- KOCH, K.E. (1958) Die Vererzung in der Krabachmasse östlich Zürs am Arlberg.
Notizbl. d. Hess. L. Amt Bodenf., 87, pp. 202-207.
- (1959) Die Geologie des Gebirges östlich von Zürs.
Thèse inédite, Marburg/L.
- KRAUS, E. (1949) Die Entstehung der Inntaldecke.
N. Jb. Min. usw. Abh. 90 B, pp. 31-95
- KRAUS, O. (1964) Geologie der westlichen Heiterwand.
Dipl. Arb. TH München.
- KRUMBEIN, W.C. & SLOSS, L.L. (1963) Stratigraphy and Sedimentation.
Freeman, San Francisco & London.
- KÜBLER, H. & MULLER, W.E. (1962). Die Geologie des Brenner-Mesozoikum zwischen Stubai und Pflerschtal. Jb. geol. B.A. 105, Wien, pp. 173-242.
- LEUCHS, K. (1947) Anisich-Ladinische Grenze und Ladinische Hallstätterkalke in den Nordalpen. Sitz. Ber. Akad. Wiss. Math.-nat. Kl. Abh. Ia, 156, pp. 445-459.
- LEUTENEGGER, W.O. (1928) Geologische Untersuchungen im mittleren nordöstlichen Rhäntal. Zurich.
- MAMET, B. (1961) Réflexions sur la classification des calcaires.
Bull. Soc. Belge de Géol. Pal. Hydrol. 70, pp. 48-64.

- MAMET, B. (1964) Sédimentologie des faciès "marbres noirs" du Paléozoïque franco-belge. Mém. Inst. roy. Sci. nat. de Belgique, 101, pp. 1-131.
- MILLER, H. (1960) Geologischer Bau und Lagerstätten des Zugspitzgebietes (Westliches Wettersteingebirges). Dipl. Arb. Univ. München.
- (1962) Der Bau des westlichen Wettersteingebirges. Zs. d. deutsch. geol. Ges., 113, Hannover.
- (1962) Zur Geologie des westlichen Wetterstein und Mieminger Gebirges (Tirol). Mitt. Univ. München 53.
- MIRAUTA, E. (1963) Asupra Prezentei unor conodonte in Triasicul de la Hagighiol (Dobrogea). Academia Republicii Populare Romine, Sectia de Geologie si Geografie. Studii si cercetari de Geologie, 4, VIII, pp. 489-498.
- MOSHER, L.C. & CLARK, D.L. (1965) Middle Triassic conodonts from the Prida Formation of northwestern Nevada. J. Pal. 39, 4, pp. 551-565.
- MUELLER, K. J. (1956) Triassic Conodonts from Nevada. J. Pal. 30, pp. 818-830.
- (1962) Zur systematische Einteilung der Conodontophorida. Pal. Z. 36, 1/2.
- MULLER, W. (1964) Conodonten aus der mittleren Trias der Tessiner Kalkalpen. Ecl. geol. Helv. 57, p. 747-753.
- , SCHMID, R. & VOGT, P. (1964) Vulkanogene Lagen aus der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias) des Mte. San Giorgio in den Tessiner Kalkalpen. Ecl. geol. Helv. , 57, 2.
- MUTSCHLECHNER, G. (1953) Die Massengesteine der Nordtiroler und Vorarlberger Kalkalpen. Innsbruck.
- OBERHAUSER, R. KRISTAN-TOLLMAN, E. KOLLMANN, K. KLAUS, W. (1960) Beiträge zur Mikropaläontologie der Alpenen Trias. Jb. d. geol. B. A. Sonderb. 5, Wien.
- OBERHAUSER, R. (1964) Zur Frage des vollständigen Zuschubes des Tauernfensters während der Kreidezeit. Verh. geol. B. A. Wien.
- OGILVIE-GORDON, M.M. (1927) Das Grödener, Fassa, Enneberggebiet in den Südtiroler Dolomiten I & II. Abh. geol. B. A. 24, Wien.
- MOJSISOVICS, E.v. (1872) Aus den vorarlbergischen Kalkalpen. Verh. d. k. k. geol. R. A. pp. 254-256.
- (1874) Ueber die triadischen Pelecypodengattungen Daonella und Halobia. Abh. d. k. k. geol. R. A. 7.
- PIA, J.v. (1925) Die Gliederung der alpinen Mitteltrias auf Grund der Diploporen. Akad. Anzeiger, Wien.
- PIRKL, H. (1961) Geologie des Trias-Streifens und des Schwazer Dolomits südlich des Inns zwischen Schwaz und Wörgl. (Tirol). Jb. d. geol. B. A. 104, Wien.
- POZZI, R. (1965) Schema tettonico dell'alta Valtellina da Livigno al gruppo dell'Ortles. Ecl. geol. Helv., 58, 1.
- REITHOFER, O., SCHMIDEGG, / & OBERHAUSER, R. (1964). Exkursion III/I: Rätikon. Mitt. Geol. Ges. in Wien, 57.

- RICHTER, M. (1923) Der Nordrand der oberostalpinen Geosynklinale.
Z. d. deutsch. geol. Ges., 75.
- (1930) Die Struktur der nördlichen Kalkalpen zwischen Rhein und Inn.
N. Jb. Min. usw. Beil. Bd. 63 B, Stuttgart.
- (1956) Ueber den Bau der Vorarlberger Alpen zwischen oberen Lech, Flexenpass und Ill.
Geotekt. Symp. zu Ehren von H. Stille. Münster.
- RICHTHOFEN, F. v. (1859 & 1862) Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nord-Tirol.
Jb. Geol. R. A. 10, p. 72-137.
" " R. A. 12, p. 87-206.
- ROSENBERG, G. (1959) Geleitworte zu den Tabellen der Nord und Südalpinen Trias der Ostalpen.
Tafel XVI-XVIII. Jb. geol. B. A. 102/3, pp. 447-479.
- SANDER, B. (1936) Beiträge zur Kenntnis der Anlagerungsgefüge.
Min. Petr. Mitt. N.F. 48, Leipzig.
- SARNTHEIN, M. (1962) Beiträge zur Tektonik der Berge zwischen Memminger und Württemberger Hütte (Lechtaler Alpen).
Jb. geol. B. A. 105, Wien, pp. 141-172.
- SASS, E. (1965) Dolomite-Calcite relationships in seawater : Theoretical considerations and preliminary experimental results. J. Sed. Petr., 35, pp. 339-347.
- SCHAETTI, H. (1952) Geologie des Fürstentums Liechtenstein.
I. Teil. Geol. d. östl. Gebietes, Samina, Malbun und Vallorsch-Tal. Jb. Hist. Ver. Fürst. Liechtenstein, Vaduz.
- SCHNEIDER, H. J. (1951) Die Geologie der Arnspitzgruppe zwischen Lech und Isartal. Dipl. Arb. Univ. München.
- SEIDLITZ, W. v. (1906) Geologische Untersuchungen im östlichen Rhätikon.
Freiburg / Br.
- SCHMIDEGG, O. (1951) Die Stellung der Haller Salzlagerstätte im Bau des Karwendelgebirges. Jb. geol. B. A. 44, 2, Wien.
- SKUPHOS, T. G. (1893) Ueber Parthanosaurus zitteli SKUPHOS und Mikroleptosaurus schlosseri n. g. n. sp. aus den vorarlberger Partnachschiefer. Abh. geol. R. A., 15, Wien.
- (1894) Ueber die Entwicklung und Verbreitung der Partnachschichten in Vorarlberg und im Fürstentum Liechtenstein.
Jb. geol. R. A. 43, Wien.
- SPECK, J. (1953) Geröllstudien in der subalpinen Molasse am Zugersee.
Thèse, Zurich.
- SPENGLER, E. (1951) Die nördlichen Kalkalpen, die Flyschzone und die Helvetische Zone. pp. 302-413. In: SCHAFFER, Geologie von Oesterreich, Wien (Deuticke).
- (1953) Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken der nördlichen Kalkalpen. I. Der Westabschnitt der Kalkalpen. Jb. geol. B. A. 96, Wien.
- SOHN, I. G. & REISS, Z. (1966) Conodonts and Foraminifera from the Triassic of Israel.
Nature, 201, p. 1209.
- SOMM, A. (1965) Zur Geologie der westlichen Quaternals-Gruppe im Schweizerischen Nationalpark (Graubünden).
Erg. d. wiss. Unters. im Schw. Nationalpark 52.

- STAESCHE, U. (1964) Conodonten aus dem Skyth von Südtirol.
N. Jb. Geol. Pal. Abh., 119, 3, pp. 247-306.
- STAU B, R. (1924) Der Bau der Alpen.
Beitr. z. geol. K. d. Schweiz. N.F. 52.
- (1937) Geologische Probleme um die Gebirge zwischen Engadin und Ortler. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 72, 1.
- (1964) Neuere geologische Studien zwischen Bünden und dem oberen Veltlin. Jahresb. Naturf. Ges. Graubündens, 89-90, Chur.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1960). Die Geologie der Umgebung von Lech (Vorarlberg).
Thèse inédite, Marburg/L.
- (1962) Der Bau des Gebirges um Lech (Vorarlberg).
Z.d.deutsch. geol. Ges., 113, 2/3, Hannover.
- STOECKLIN, J. (1949) Zur Geologie der nördlichen Errgruppe zwischen Val d'Err und Weissenstein (Graubünden). Thèse Zurich.
- TATGE, U. (1956) Conodonten aus dem germanischen Muschelkalk.
Pal. Z., 30, pp. 108-147.
- TERRY & CHILINGAR, (1955) Summary of "Concerning some additional aids in studiing sedimentary Formations" by M. S. SHVETSOV.
J. Sed. Petr. 25, p. 229-234.
- TOLLMANN, A. (1963) Ostalpensynthese. Wien.
- TRUMPY, D (1916) Geologische Untersuchungen im westlichen Rhätikon.
Beitr. z. geol. K. d. Schweiz. N.F. 46.
- TRUMPY, E. (1930) Beitrag zur Geologie der Grignagruppe am Comersee (Lombardei). Ecl. geol. Helv. 23.
- TRUMPY, R. (1957) Quelques problèmes de paléogéographie alpine.
Bull. Soc. géol. France, 6ème. Série, 7, pp. 443-461.
- (1962) Paleotectonic evolution of the Central and Western Alps.
Bull. G. S. A., 71/6.
- VACHE, R. (1960) Geologie und Lagerstätten des mittleren Wetterstein gebirges, zwischen Hammersbach und Partnach.
Dipl. Arb. Univ. München.
- VERDAM, J. (1928) Geologische Untersuchungen im nördlichen Rhätikon.
Thèse, Zurich.
- VIDAL, H. (1953) Neue Ergebnisse zur Stratigraphie und Tektonik des nordwestlichen Wettersteingebirges.
Geologica Bavarica 17, München.
- WENK, E. (1934) Der Gneisszug Pra-Putèr-Nauders im Unterengadin und das Verhältnis der Umbraildecke zur Silvretta-Oetztaldecke. Ecl. geol. Helv. 27, 1.
- WIRZ, A. (1945) Beiträge zur Kenntnis des Ladinikums im Gebiete des Monte San Giorgio. Schweiz. Pal. Abh. 65.
- WOLF, K.H. (1960) Simplified limestone classification.
Bull. A. A. P. G. 44, 8, pp. 1414-1416. Tulsa.
- ZAPFE, H. (1963) Das Mesozoikum in Oesterreich.
Mitt. Geol. Ges. in Wien, 56, 2.

CARTES.

Topographiques :

Freytag-Berndt 1 : 250000 Tirol und Vorarlberg
 " " 1 : 100000 Feuille 35 : Lechtaler und Allgäuer Alpen.

Service topographique Fédéral (Wabern, Berne):

Carte Nationale de la Suisse 1 : 100000 Feuille 34 Vorarlberg
 1 : 50000 " 239 Arlberg
 1 : 50000 " 238 Montafon

Alpenvereinskarte - Oe A V: 1 : 25000 Lechtaler Alpen 3 / 1 - 4

Géologiques :

Geologische Karte der Republik Oesterreich 1 : 75000

5045 Lechtal (AMPFERER, 1913)

5144 Stuben (AMPFERER, 1935)

5145 Landeck (AMPFERER & HAMMER, 1922).

Geologische Karte der Lechtaler Alpen 1 : 2500 (AMPFERER, REITHOFER & HAMMER, 1932).

Klostertaler Alpen

Arlberggebiet

Parseier Spitze

Heiterwand und Muttekopf-Gebiet.

Carte géologique générale de la Suisse 1 : 200000 Feuille 4 St. Gallen-Chur.

Cartes manuscrites :

HUCKRIEDE 1956 1 : 12500

STENGEL-RUTKOWSKI 1960 1 : 10000

KOCH 1959 1 : 10000

FELLERER 1964 1 : 10000

LISTE DES ILLUSTRATIONS, FIGURES ET TABLEAUX.

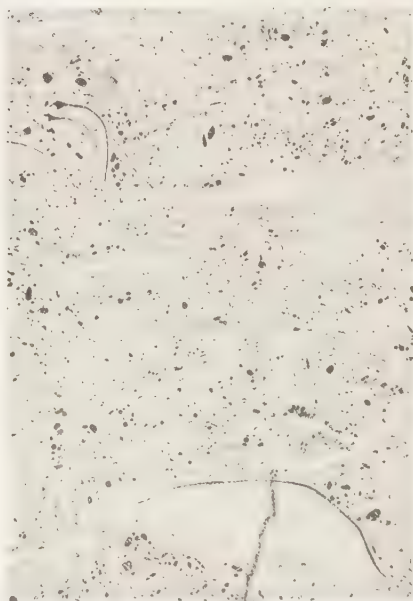
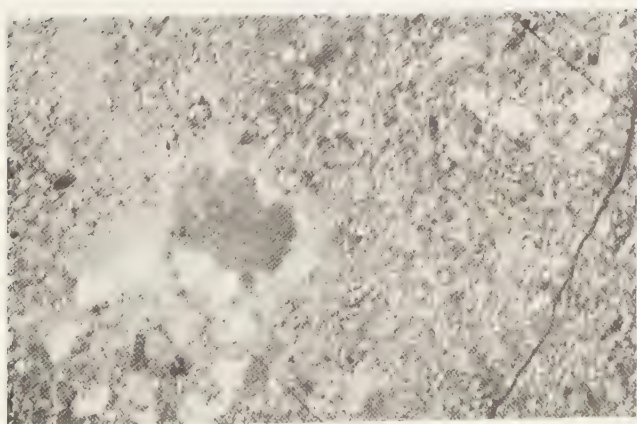
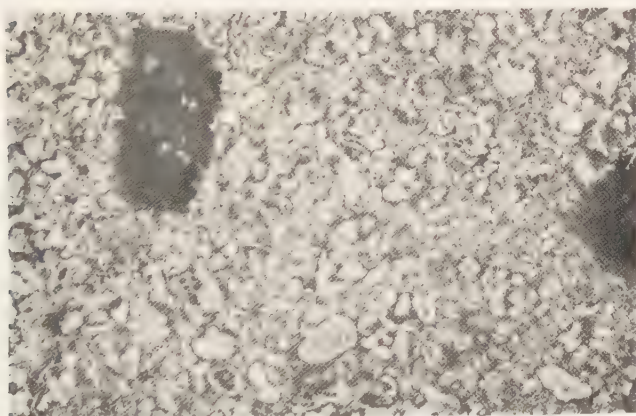
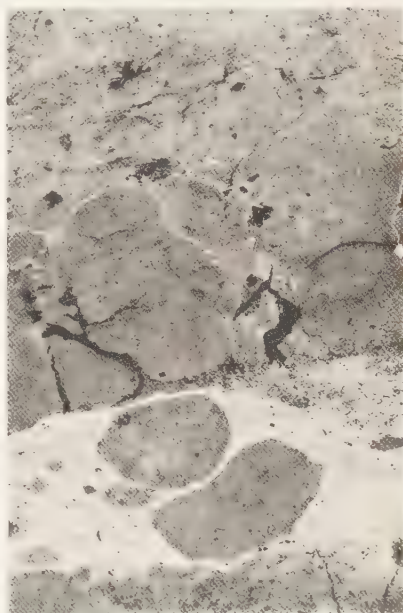
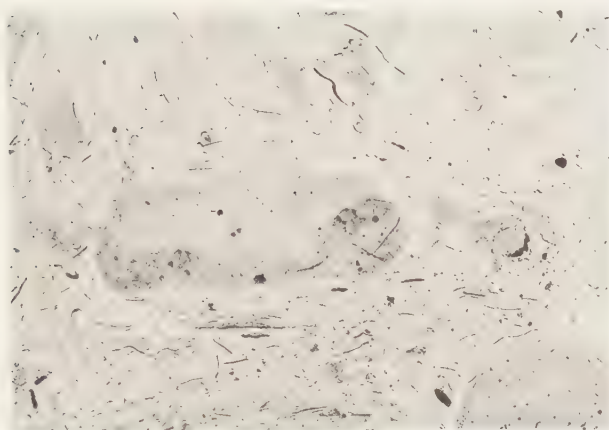
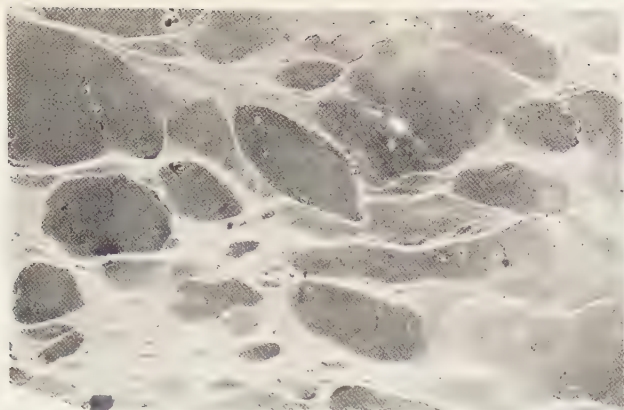
Fig. 1	Cadre géographique	5
Fig. 2	Microfaciès du Muschelkalk alpin (avec légende)	10
Fig. 3	Coupe palinspastique à travers le Muschelkalk alpin des Alpes du Lechtal. NE - SW.	25
Fig. 4	Carte palinspastique de la région de l'Arlberg avec les zones de faciès du Muschelkalk alpin.	26
Fig. 5	"Courbe lithologique" à travers les couches d'Arlberg supérieures.	30
Fig. 6	Microfaciès des Formations ladiniennes.	30
Fig. 7	Carte palinspastique de la région de l'Arlberg avec les faciès des formations ladiniennes.	32
Fig. 8	Esquisse tectonique de la région de l'Arlberg.	36
Fig. 9	Profils tectoniques.	37
Fig. 10	Esquisse géologique de la coupe du Flexen.	41
Tableau 1	Formations et membres	7
Tableau 2	Tableau comparatif de la base du Muschelkalk alpin	9
Tableau 3	Conodontes à plateformes du Trias moyen des Alpes du Lechtal: Principaux caractères particuliers.	18
Tableau 4	Fossiles signalés en-dessous et au-dessus du niveau à cinérites.	19
PLANCHE HORS-TEXTE: - Carte des corrélations stratigraphiques.		74
- Profils stratigraphiques I - XII, avec Légende.		74'

Photographies:

85-86

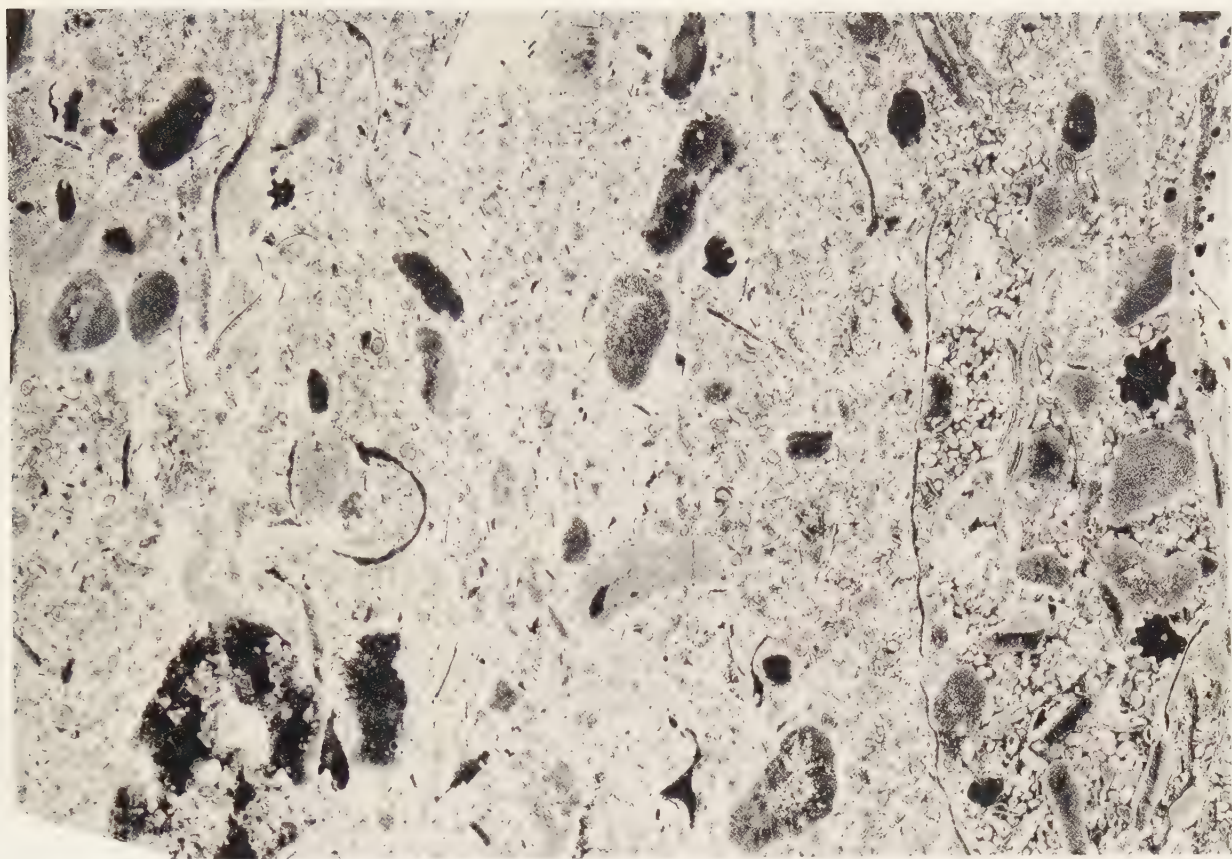
1 calcaire vermiculé Gu 2	6 calcaire de Reifling Re 2
2 calcaire de Reifling Re 3	7 calcaire de Reifling Re 1
3 calcaire pseudo-oolithique, A5, Terme D	8 banc à Solénopores, A 5, Terme E
4 calcaire de l'Arlberg A 2	9 calcaire de l'Arlberg, A 2, Détail
5 niveau à Physoporelles Gu 4 D	10 calcaire de Reifling Re 3, Détail

- 1 Microfaciès Gu 2: Calcaire vermiculé.
Pâte marneuse à nodules de vase calcaire et à vermiculations. Agrandissement 2 1/2. Contre-empreinte, négatif.
- 2 Microfaciès Re 3: Vase rouge à nodules de biogrumite. La gangue pélitique contient le même bios que les nodules de grumite. Ladinien inf. d'un banc sous la cabane de Stuttgart, Krabachjoch.
3 1/2, Lame mince, nég.
- 3 Microfaciès A 5, Terme D des couches de l'Arlberg supérieures. Pel-grumite pseudo-oolitique à foraminifères benthoniques. Les taches rectangulaires noires sont des cristaux de célestine qui emplissent certaines cavités, qui en surface apparaissent comme de petites caries.
Agrand. 9. L-M, nég.
- 4 Microfaciès A 2 : Bio-pel-grumite. Ce calcaire d'Arlberg du versant sud du Flexenpass contient des *Nodosariides*. On y observe Dentalina sp. ou Frondicularia cf. woodwardi HOWCHIN. Agr. 7.
L-M, nég.
- 5 Microfaciès Gu 4 D :
Biomicrite à Physoporelles.
Manchons de Physoporella cf. praealpina PIA dans une gangue dysmicritique.
2 1/2. C-E, nég.
- 6 Microfaciès Re 2 :
Biomicrite marneuse. Calcaire de Reifling à conodontes du Flexenpass. Ladinien inf.
Agrand. 2. C-E, nég.
- 7 Microfaciès Re 1 :
Biomicrite. Calcaire de Reifling de la région de Lech. Anisien supérieur. On observe un grand nombre de tests de lamellibranches et d'articles de petites encrines. Agrand. 7.
L-M, nég.



- | | | | |
|----|--|---|---|
| 8 | Microfaciès A 5, Terme E des couches de l'Arlberg supérieures. Calcaire graveleux linnachellique du niveau à Solénopores du Flexenpass. Ce résédiment grunitique contient des pseudo-oolites, des débris de crinoïdes, des tests de pélecypodes et des solénopores. Agrandissement 4 1/2. Contre-épreuve, négatif. | 9 | Détail de Microfaciès A 2, avec <u>Dentalina</u> sp. ou <u>Fronicularia</u> cf. <u>woodwardi</u> HOWCHIN. Agrand. 76 1/2. L-M, positif. |
| 10 | Détail de Microfaciès Re 3, Ladinien inf. - Krabachjoch. Biogrumite avec <u>Turritella</u> sp. nov. (1) Agrand. 76 1/2. L-M, positif. | | |

(1) Une étude détaillée de la paroi étant nécessaire, la détermination de ce foraminifère reste provisoire. (communication orale de Mme. KOEHN-ZANINETTI, que je tiens à remercier ici de son aide lors de la détermination des foraminifères.)



ADDENDUM à la Bibliographie.

FLUEGEL, E. & KIRCHMAYER, M. (1963)

Typlokalität und Mikrofazies des Gutensteiner Kalkes
(Anis) der nordalpinen Trias.

Mitt. d. Naturw. Ver.f. Steiermark, 93, Graz.

SUMMESBERGER, H. (1965)

Zum Typusprofil des Gutensteiner Kalkes. Stellung-
nahme zu E. Flügel & M. Kirchmayer 1962.

Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. 16, Wien. pp. 85-88.

CURRICULUM VITAE.

de Francis HIRSCH, né à Anvers le 31 août 1938.

J'ai fréquenté l'école communale dans cette ville de 1946 à 1950, puis l'Athénée Royal de Berchem de 1950 à 1954 et le Collège Notre-Dame d'Anvers de 1954 à 1958, où j'obtins en 1958 le certificat homologué d'humanités gréco-latines.

Durant les été 1958 et 1959 je fis mon service militaire à Zurich et l'hiver 1958-1959 je suivis les cours de la section préparatoire polytechnique de l'Institut Gramme de Liège.

En novembre 1959 je m'inscrivis à la faculté des Sciences de l'Université de Zurich, où j'ai commencé mes études de géologie.

J'ai eu pour maîtres les professeurs et Privat-Docents :

Bambauer, Boesch, Bolli, Burla, Burri, Dal Vesco, Gansser, Gassmann, Grünenfelder, Hadorn, Hantke, Hofmann, Jäckli, Kuhn-Schnyder, Laves, Leupold, Parker, Schumacher, Trümpy et B. Ziegler.

J'ai passé l'hiver 1962-1963 à l'Université d'Innsbruck.

De 1963 à 1966 j'ai été assistant à l'Ecole Polytechnique Fédérale à Zurich.

